

Markus Nurminen

Tietomallintaminen hyödyntäminen asuinker- rostalon ilmanvaihdon korjauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

6.3.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Markus Nurminen Tietomallintamisen hyödyntäminen asuinkerrostalon ilman- vaihdon korjauksessa 41 sivua + 1 liitettä 6.3.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennetekniikka
Ohjaaja(t)	Toimitusjohtaja Jussi Eronen LVI-DI Jukka Hieta Lehtori Jouni Kalliomäki
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Profil-Bau Consulting yrityksen toimeksiannosta. Tarkoituksena oli selvittää, onko tietomallintamisesta hyötyä asuinkerrostalon ilmanvaihdon korjauskoh- teessa. Samalla pyrittiin ottamaan kantaa myös siihen, onko järkevää panostaa jatkossa tietomalliosaamiseen taloyhtiöiden LVI-korjauskohteissa sekä yrityksen katsottuna.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kokeilemalla tietomallintamista As Oy Hyrylänsalvan ilmanvaihtokor- jauskohteen yhteydessä. Alustava tutkimus suoritettiin tutkimalla kirjallisuutta, Internet- lähteitä sekä kokeilemalla tietomallintamista hankesuunnitelman yhteydessä. Tietomalliin suunniteltiin kohteen painovoimaisen ilmanvaihdon muutos koneelliseksi poistoilmanvaihi- tojärjestelmäksi sekä LTO-laitteella varustetuksi tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmäksi, mallinnuksessa käytettiin Tekla Structures sekä MagiCAD-ohjelmia. Havainnollistamiseen käytettiin Tekla BIMsight -ohjelmaa.</p> <p>Tietomallintaminen tarkoittaa mallintamista, jossa rakennuksen malliin lisätään tietoa ra- kenteista, aikatauluista ja muista suunnitelmista. Tietomallin objekteista saadaan tietoa sähköisessä muodossa. Tietomallinnusta hyväksikäyttävä yritys voi saavuttaa kustannus- säästöjä, kun esimerkiksi lisä- ja muutostyöt vähentyvät. Haasteena tietomallintamisessa on sen kohtalaisen korkea kustannustaso sekä eri ohjelmien välinen tiedonsiirto, sekä ylei- sesti tietomallinnusohjelmiston käytön haastavuus.</p> <p>Tutkimuksen pohjalta voitiin todeta, että yrityksen kannattaa tarjota jatkossa tietomal- liosaamista taloyhtiöille. Tietomallintaminen nopeuttaa ja helpottaa myöhempien korjaus- hankkeiden suunnittelua sekä toteutusta.</p> <p>Raaka tietomallintaminen ei ole kuitenkaan kannattavaa ilmanvaihtokorjauksessa taloyh- tiölle eikä yritykselle, sillä tällöin tietomallinnuksen haasteet nousevat selvästi saatavien hyötyjen yläpuolelle. Suunnitelmien havainnollistamiseen hankesuunnitteluvaiheessa tie- tomallinnus toi apua esimerkiksi yhtiökokouksessa asukkaiden sekä yrityksen väliseen kommunikointiin. Lisäksi huomattiin, että havainnollistavan mallin rakentamiseen ei kulu aikaa merkittävästi.</p>	
Avainsanat	tietomallintaminen, BIM, YTV2012

Author(s) Title Number of Pages Date	Markus Nurminen Building Information Modeling in Ventilation Renovation 41 pages + 1 appendices 6 March 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructor(s)	Jussi Eronen, Management Director Jukka Hieta, M. Sc. in HVAC Jouni Kalliomäki, Senior Lecturer
<p>This bachelor thesis was made for Profil-Bau Consulting. The purpose of the thesis was to study what kind of benefits Building Information Modeling offers for Profil-Bau Consulting in a ventilation renovation project, what it requires and what are the challenges of BIM.</p> <p>The benefits of the BIM in the ventilation renovation project were studied in a pilot project. This project was As Oy Hyrylänsalpa, which is a regular 70's apartment building in Finland. The background research was done by using literature and Internet sources.</p> <p>Building Information Modeling means that different pieces of data can be extracted from the model of the building. For example one object of the model can contain information about object's center of gravity, mass, structures and different places. BIM can help a firm to reach cost savings because of combination modeling and decrease the risk of alteration. The challenge of BIM in customers' point of view is the reasonably high cost of planning.</p> <p>The result of the research was that Profil-Bau Consulting should definitely offer BIM knowledge at least to those housing cooperatives whose drawings of structural and building services do not contain discrepancies and are up to date. There were few discrepancies in the drawings of the pilot project which affected BIM. Building Information Model makes it easier to do futures renovations if all the drawings are up to date. After all challenges of BIM are more meaningful than benefits in Profil Bau Consuliing's ventilation renovation project.</p>	
Keywords	BIM, ventilation renovation, YTV2012

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietomallintaminen	3
2.1	Yleistä tietomallintamisesta	3
2.2	Tietomallintamisen historiaa	4
2.3	Tuote-, tieto-, 2D- sekä 3D-malli	4
2.4	Tietomallintamisen kehittyminen	5
3	Yleiset tietomallivaatimukset 2012	6
3.1	Tietomallivaatimusten tavoite	7
3.2	Tietomallinnusvaatimuksia	8
4	Korjausrakentamisen asuinkerrostalojen runkotyypit	9
5	Tietomallintamisen vaiheet korjausrakentamisessa	14
6	Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet	16
6.1	Tietomallintamisen hyödyt	16
6.2	Tietomallintamisen haasteet	18
7	Tietomallinnusohjelmia sekä mallien luontitavat korjausrakentamisessa	18
7.1	Dokumenttipohjainen tietomallinnus	20
7.2	Laserkeilaukseen perustuva tietomallinnus	21
8	Tietomallintaminen ilmanvaihtojärjestelmän muutoskohteessa	24
8.1	Kohteen perustiedot	24
8.2	Tietomallinnuksen projektiorganisaatio	25
8.3	Kohteen rakennejärjestelmä	26
8.4	LVI-järjestelmä ennen korjausta	27
8.5	LVI-tekniikan reitittäminen kohteessa	29
8.6	Kohteen tietomallin luominen	29
8.7	Kohteen tietomallinnuksen yhteenveto	37
9	Yhteenveto ja pohdinta	39
	Lähteet	42

Liitteet

Liite 1. Suomessa vuosina 1960-1975 rakennetut asuinkerrostaloalueet.

Lyhenteet

2D-malli	Perinteinen tasossa piirretty kuva
3D-malli	Kolmiulotteinen malli, jolla on leveys, pituus sekä syvyys.
4D-malli	Neliulotteinen malli, jolla on leveys, pituus, syvyys sekä aika.
BIM	<i>Building Information Modeling</i> tai <i>Building Information Management</i> , riippuen tilanteesta.
BES-järjestelmä	Betonielementtistandardi-järjestelmä.
DWG-tiedosto	AutoCAD:llä tehdyt piirustukset tallentuvat .dwg-muotoon.
IFC-tietomalli	Malli on tallennettu .ifc tiedostomuodossa. Tätä tiedostomuotoa voidaan käyttää lähes kaikissa mallinnus- sekä las- kentaohjelmissa.
Laserkeilaus	Mittaustapa, jossa lasersäteiden avulla saadaan mittatarkkaa kolmiulotteista dataa kohteeseen koskematta.
Natiivi-tietomalli	Malli on tallennettu tiedostomuotoon, jonka mallinnusohjel- ma tekee. ArciCAD:ssä se on esimerkiksi .pln.
Pistepilvi	Jokaisen säteen kimpoamispisteeseen on sijoitettu piste kolmiulotteisessa tietokonemallissa.
Alalaattapalkisto pääl-	Kantavan betonipalkiston alapintaan on valettu laatta ja le puinen lattiarakenne

1 Johdanto

Insinööriliiton mukaan tietomalli on digitaaliseen muotoon mallinnettu rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren tietojen kokonaisuus. Usein kohdataan englanninkielessä lyhenne BIM, *Building Information Modeling*. Enenevissä määrin BIM:llä on tarkoitettu tiedon hallintaa sekä prosessia kuin itse mallia, *Building Information Management*. Tietomallintamisella on toteutettu monia onnistuneita projekteja ja se alkaakin olla jo arkipäiväinen työtapa monelle rakennesuunnittelijalle sekä tietomallintajalle. [5.][10.]

Tämä insinööri työ tehdään Profil-Bau Consulting:n toimeksiannosta. Konsultointitoimisto on vuonna 1994 perustettu rakennus- ja kiinteistötekniiseen alaan erikoistunut yritys, jonka erikoisosaamisalue kohdistuu taloyhtiöiden korjaushankkeisiin. Profil-Bau Consulting on integroitunut aluksi osaksi Finnmap Consulting Group:ia ja lopulta osaksi Sweco -konsernia 1.1.2015. Sweco on Pohjoismaiden johtavia konsultointiyrityksiä. Se työllistää kaikkiaan noin 9000 työntekijää, joista Sweco Finland työllistää Suomessa noin 1800 henkilöä. [11.][8.]

Tietomallintamista on sovellettu jo pitkään uudisrakentamisessa, erityisesti teräsrakenteiden suunnittelussa. Nykyään lähes kaikki uudet julkiset rakennukset on suunniteltu tietomallia apuna käyttäen. Tietomallintamisen soveltaminen on puolestaan korjausrakentamisen hankkeissa kohtalaisen uusi soveltamisen ala, sillä pääsääntöisesti ainoastaan julkisista rakennuksista on tehty tietomalleja, kuten esimerkiksi Helsingin Olympiastadion, Helsingin kaupungin teatteri sekä Kiinteistö Oy. Vanhoista asuinkerrostoista on tehty kaiken kaikkiaan hyvin vähän tietomalleja. Tämän takia tämän insinööri työn keskeisin tutkimusmenetelmä on tietomallintamisen soveltaminen LVI-korjauksen hankesuunnitelman tukena. [10.][6.]

Tietomallinnus on kuitenkin investointina sekä yritykselle kallis, sillä entisellä Profil-Bau:n osastolla ei tällä hetkellä ole tietomallinnuksen parissa päivittäin työskentelevää henkilöstöä. Tietomallinnus vaatii runsaasti henkilöstön kouluttamista sekä tietomallintamiseen soveltuvien ohjelmien hankintaa sekä hallintaa. [9.] [17., s. 10.]

Osaavan sekä toimivan tietomallinnusorganisaation rakentaminen korjausrakennushankkeita varten voi kestää monia kuukausia, jopa vuosia. Jotta tietomallintamisen voi

sanoa hallitsevansa täysin, tarvitsee sitä käyttää tavallisesti päivittäisessä työssä kokonaisuudessaan satoja tunteja. Perinteisen 1970-luvun asuinkerrostalon 3D-mallin luontiin ei kulu ammattitietomallintajalta aikaa viikkoakaan. Mikäli malliin tuodaan tietoa raudoituksista, materiaaleista, aikatauluista tai kohteen korjaustoimenpiteitä suunnitellaan malliin, tuntimenekki moninkertaistuu. Nämä toimenpiteet ovat työläisiä ja hitaita. [10.]

Tutkimustyössä kokeillaan tietomallintamista osana ilmanvaihdon muutoshankkeetta esimerkikohteessa, josta saadaan kolme eri vaihtoehtoa ilmanvaihdon muutoksen toteutukselle sekä niiden reititysmahdollisuudet. Tavoitteena on siis saada käsitys siitä, onko tietomallintaminen suunnittelutyötä hyödyttävä työvaihe vai ei.

Alustava tutkimus rajataan koskemaan huomioonotettaviin seikkoihin, jotka vaikuttavat tietomallintamiseen esimerkiksi tässä työssä esiteltävän asuinkerrostalon ilmanvaihtoprojektin tietomallinnuksen kannalta. Tämä tietomalli tehdään hankesuunnitelman tueksi yhtiökokoukseen, joten siinä tulee osittain ottaa huomioon YTV2012 tai BEC -vaatimukset. Suomen asuinkerrostalokannan runkojärjestelmiin kiinnitetään myös huomiota sen takia, että runkojärjestelmän oletetaan vaikuttavan tietomallinnuksen sekä suunnittelun kulkuun. Projektiorganisaatioon kuuluu LVI- sekä rakennesuunnittelija.

Tässä työssä selvitetään myös tietomallintamisen eteneminen hankkeen eri vaiheissa, koska jatkossa esimerkiksi tämän työn lopussa esiteltävän projektissa voidaan edetä toteutussuunnitteluun asti. Tämän lisäksi käsitellään tietomallin lähtötietojen moderneja keräämisen vaihtoehtoja. Esimerkikohteen lähtötietoina käytetään olemassa olevaa aineistoa, yrityksen hankesuunnitelmaa varten paikanpäältä hankittua mittaustietoja sekä valokuvia sekä myös LVI- ja rakennepiirustuksia.

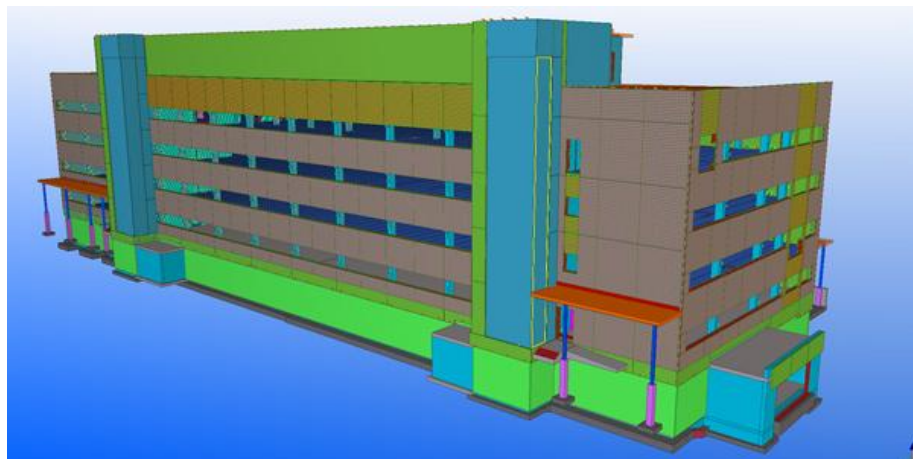
2 Tietomallintaminen

2.1 Yleistä tietomallintamisesta

Tietomallintamista käytetään monilla eri teknisillä aloilla, esimerkiksi lentokone- ja auto-teollisuudessa. Sitä on käytetty monissa suurissa hankkeissa, kuten esimerkiksi Suomessa Olympiastadionin peruskorjaushankkeessa.

Tietomallissa rakennuksen tiedot ovat älykkäässä muodossa ja käytettävissä kaikissa prosessin vaiheissa. Tietomallilla voidaan helposti havainnollistaa suunnitelmia kolmiulotteisesti, jolloin viesti välittyy paremmin asiakkaalle tai muille projektin parissa työskenteleville. Toisaalta nykyään suunnittelutyö perustuu edelleen perinteisempiin 2D-piirustuksiin. [10.][6.]

Tietomallista tuotettavat dokumentit ovat keskenään ristiriidattomia sekä määrällistä vastaavat tarkasti mallin määriä. Esimerkiksi yksittäistä palkkia ei tarvitse lisätä malliin yhtä kertaa useammin. Perinteisessä CAD-piirtämisessä palkin lisäyksen seurauksena kaikki piirustukset tulee tarkastaa ja tehdä tarvittaessa palkinlisäys. Eri alojen suunnittelijoiden tuottamat osamallit voidaan sovittaa yhteen kokonaiseksi yhdistelmämalliksi, jolloin eri suunnitelmien mahdolliset virheet, puutteet sekä päällekkäisyydet havaitaan nopeasti. [10.][17., s. 8.]



Kuva 1 Kontinkankaan Kampuksen päärakennus. Finnmap Consulting Oy, Oulu. Rakennus valmistui Ouluun vuonna 2011. [10.]

Taloyhtiöiden vanhojen rakennepiirustusten etsiminen esimerkiksi hankesuunnittelun aikana voi ajoittain olla ongelmallista ja toisinaan vanhojen rakennusten piirustuksista ei saa kunnolla selvää. Tällöin voidaan joutua suorittamaan lisämittauksia kohteessa, jolloin suunnittelukustannukset kasvavat. Jotta tietomallintamisesta saataisiin suurin mahdollinen hyöty, tulee sen olla tarkka, joka havainnollistaa rakenteiden yksityiskohdat ja sitä voisi käyttää työntekijöiden ja mestareiden työnsuunnittelun tukena. [15.][9.]

2.2 Tietomallintamisen historiaa

Tietokoneiden käyttö sekä automaattinen tiedonkäsittely olivat Suomessa jo hyvällä alulla 1960-luvun puoleen väliin mennessä. Jatkuvasti lisääntynyt tietokoneiden käyttötarve johti resurssipulaan, jonka takia muutamat insinööritoimistot perustivat helmikuussa 1966 ohjelmistoyrityksen, Teknillinen laskenta Oy. Yrityksen kutsumanimi on Tekla ja sen ensimmäinen toimipiste sijaitsi Helsingissä.[18, s. 3][20.]

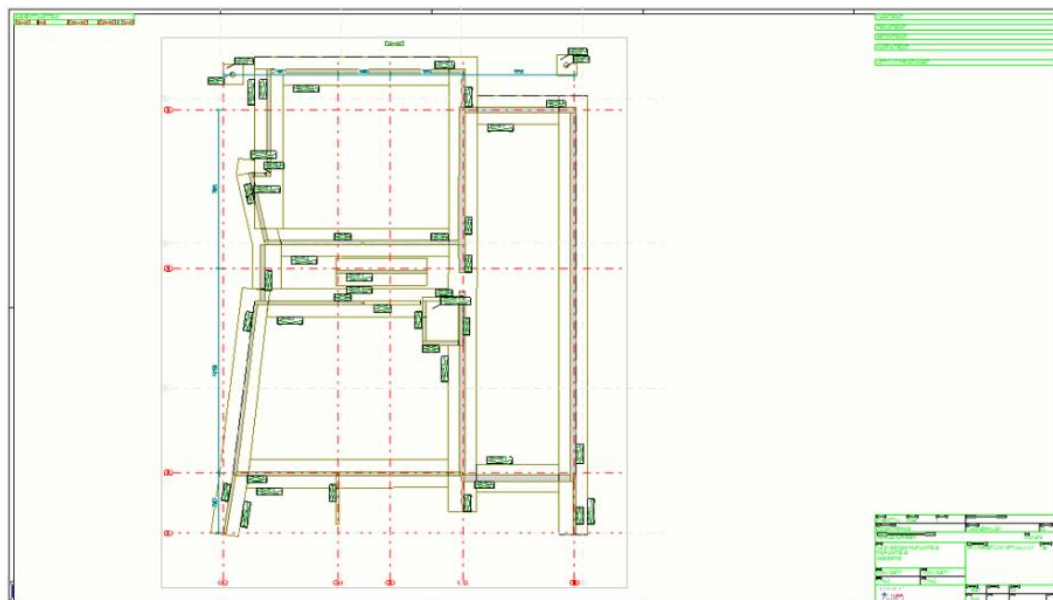
Tekla tarjosi alkutaipaleellaan asiakkailleen atk-konsultointia, laskentapalveluita, koulutuskursseja sekä ohjelmistojen kehitystyötä. Nykypäivänä Tekla on yksi maailman johtavista tietomallintamiseen sekä teknisen dokumentointiin erikoistunut yritys.[20.]

Tietomallintamisesta kertovassa kirjallisuudessa on paljon erilaisia lupauksia sekä näkemyksiä hyödyistä. Tämä johtuu osittain esimerkiksi siitä, että tietomallintamisen käyttöönottoa pyritään edistämään tutkimusten avulla. Tietomallintamisen käyttöön liittyvää tutkimusta on saatavilla paljon ja sitä onkin alkanut ilmestyä enenevässä määrin viime vuosina. Tietomallintaminen näyttää tarjoavan uusia mahdollisia tapoja suunnitelmien ja datan yhteensovittamiseksi, ottaen samalla huomioon eri käyttäjäryhmät sekä rakennuksen elinkaaren. [18, s. 3][20.]

2.3 Tuote-, tieto-, 2D- sekä 3D-malli

Yleensä tuote-, tieto-, sekä 3D-mallia käsitellään samana asiana. Näin asia ei kuitenkaan ole. Rakennuksen 3D-malli kuvaa pääsääntöisesti ainoastaan rakennuksen geometriaa, pintojen värejä sekä materiaaleja. Rakennusalalla 3D-mallia käytetään usein havainnollistamisen sekä visualisoinnin apuvälineenä.[17, s. 2, s. 8][5.][21, s. 15.]

Perinteiset 2D-mallit ovat edelleen yleisimmin käytettyjä suunnittelun havainnollistamisen sekä dokumentoinnin välineitä korjausrakentamisessa. Niitä voi käyttää apuna tietomallintamisen luonnissa esimerkiksi mallinnuspohjana tai vain lähtötietona, josta voi tarkastaa mallinnettavien objektien detaljitiedot. Kuvassa 2 on tasopiirustus anturoista, joka on tehty Tekla Structures -ohjelmalla. [17, s. 8][5.][16, s. 18][21, s. 16.]



Kuva 2 Tietomallista voidaan tuottaa esimerkiksi tasopiirustus anturoista. [24.]

Rakennuksen tietomallintamisella viitataan kaikkiin rakennuksen suunnitelmiin sekä tietoihin. Se tarkoittaa mallintamista, jossa rakennuksen malliin lisätään ominaisuuksia sekä tietoa rakenteista, aikatauluista ja muista suunnitelmista. Tuotemalli on termi, joka pyrkii luonnehtimaan tietomallin tavoin rakennuksen kokonaisvaltaista mallintamista. Tuotemalli sisältää vähemmän rakennuksen tietoja kuin tietomalli. [17, s. 2][5.]

2.4 Tietomallintamisen kehittyminen

Nykyään suuri osa julkisten rakennusten omistajista vaatii tietomallintamista. Samaan aikaan uusia taitoja sekä rooleja tietomallintamisen avulla ollaan kehittämässä sekä onnistuneet pilottihankkeet ovat nostaneet tietomallintamisen suosiota. Jo vuonna 2007 tehdyn tutkimuksen mukaan saatiin selville, että 74 % Yhdysvaltojen arkkitehtitoimistoista käyttää 3D mallinnusta sekä tuotemallintamista. Toisaalta vain 34 % käytti tietomallintamista. Tutkimuksen mukaan tietomallintamisen käyttö tulee elämään voimakkaan kasvun aikaa jatkossakin. [19.][21, s. 287 - 289.]

BIM käsikirjan mukaan Yhdysvalloissa tietomallintamisella sekä 4D CAD -ohjelmalla on pyritty käyttämään työmailla, mutta se ei ole toistaiseksi tuonut merkittävää hyötyä työmaaloissa. Ongelma on siinä, miten yksittäiselle työntekijälle voisi saada välitettyä tietomallin tuoma tieto paperista versiota tehokkaammin ja halvemmalla. [10.] [21, s. 289.]

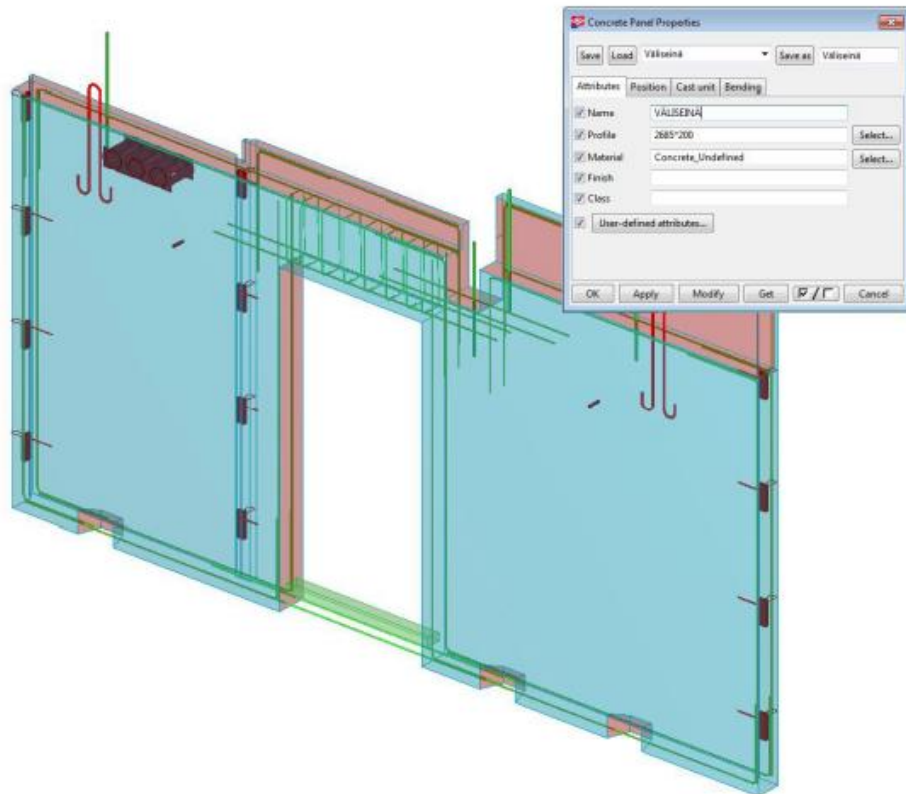
Tietomallisuunnittelussa oletetaan tapahtuvan samanlainen ”buumi” kuin AutoCAD -suunnittelussa oli 1990-luvun alussa, eli käyttäjämäärien räjähdysmäisen kasvun[20][21, s 10].

Projektin yllätyksellisyyden vähentymisen seurauksena esimerkiksi Norjassa on tehty havaintoja siitä, että tuottavuuden tehostumisella on saavutettu 4-6 %:n säästöjä. Suomessa on huomattu, että tietomallintamisessa on potentiaalia jopa Nokian kaltaiseksi talouden veturiksi, joten tästä syystä kehitykseen panostetaan voimakkaasti.[19.]

3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Rakennustieto julkaisi mallinnusta koskevat tietomallivaatimukset keväällä 2012. Näiden vaatimusten tavoitteena on yhdenmukaistaa sekä vakinaistaa rakentamisen toimintatapoja. Tietomallivaatimukset sisältävät 14 osaa, joista keskeisimmät ohjeistavat esimerkiksi ohjelmistojen käytössä sekä mallin sisällössä. Keskeisimmät tätä insinöörityötä koskevat ohjeistukset on kerätty tähän työhön. Yleiset tietomallivaatimukset on koottuna esimerkiksi Rakennustiedon tietokantaan.[14.][6.]

Tarve yhtenäisille vaatimuksille syntyi nopeasti kasvavasta tietomallintamisen käytöstä rakennusallalla. Kaikissa rakennushankkeen vaiheissa osapuolilla on tarve määritellä entistä tarkemmin mitä ja miten mallinnetaan. Tilaja-organisaatioiden aikaisemmat ohjeet ja niistä saadut käyttökokemukset sekä kokemukset mallipohjaisesta toiminnasta ovat olleet lähtökohtana YTV2012 hankkeen kehittämiselle. Yleisten Tietomallivaatimusten lisäksi elementtimallintamisessa otetaan huomioon myös BEC-tietomallivaatimukset. [10][12, s. 2.]

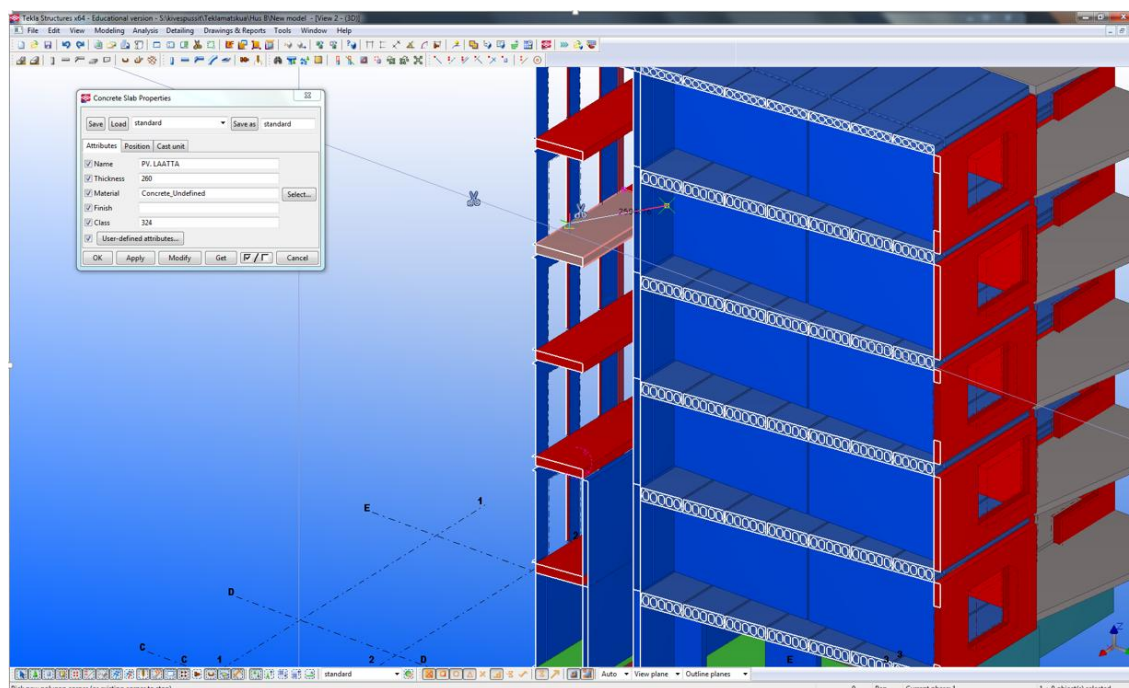


Kuva 3 Tietomallinnettu betonielementti. [10.]

3.1 Tietomallivaatimusten tavoite

Tietomallintamisella pyritään edistämään kestäväää kehitystä, suunnittelun ja rakentamisen laatua sekä tehokkuutta. Tietomalleja pyritään hyödyntämään aina suunnittelun alusta rakennuksen purkuun asti. ”Yleisten tietomallivaatimusten 2012” sekä projektin tavoitteiden pohjalta määritetään ja dokumentoidaan projektikohtaiset vaatimukset. [12, s.5][14.]

”Tietomallivaatimukset 2012” kertovat vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle mallinnustarkoituksesta riippumatta. Näitä vaatimuksia sovellettaessa oikeaan tietomallinnusprojektiin on kaikessa mallintamisessa noudatettava vähimmäisvaatimuksia. Tietomallintamisessa mukana olevien osapuolien tulee tutustua oman alansa vaatimusten lisäksi yleiseen osuuteen sekä laadunvarmistuksen periaatteeseen. Tietomalliprojektia johtavan henkilön tulee hallita ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” kokonaisuudessaan. [12, s. 5][14.]



Kuva 4 Kuvassa valittu rakenne on porraskuilun paikallavalettu laatta. Rakennuksen alapohjassa voidaan nähdä vihreäksi värjätty maanvarainen laatta sekä turkoosiksi värjätty perusmuuri. [24.]

3.2 Tietomallinnusvaatimuksia

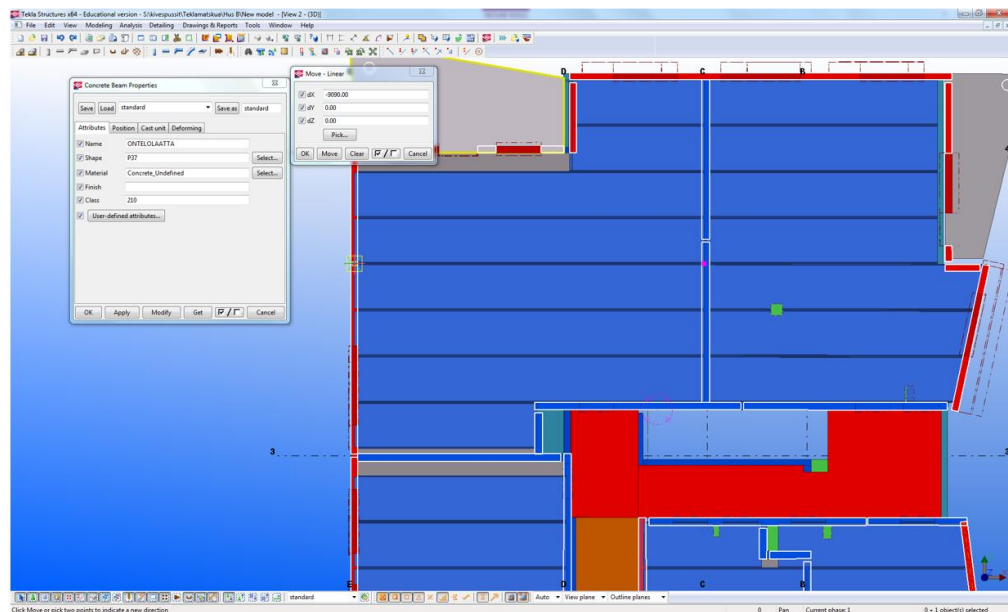
Mallinnusohjelmia, jotka ovat IFC 2x3 sertifioituja, saa käyttää julkisissa hankkeissa, mutta hankekohtaisesti IFC-version vaatimuksia voidaan soveltaa esimerkiksi erityisominaisuuksien suhteen. Ainoastaan tilaajan suostumuksella voidaan tietomalli rakentaa muilla kuin IFC-sertifioituilla ohjelmilla. Yrityksen sisäisessä työskentelyssä sekä dokumenttien tuottamisessa ei ole rajoituksia ohjelmistojen suhteen.[12, s. 6.]

Projektikoordinaatisto määritetään hankkeen alussa ennen mallintamisen aloittamista. Koko rakennusalue on positiivisella puolella koordinaatistoa ja origon sijainti on lähellä rakennusta. Tietomalli mallinnetaan todelliseen korkeusasemaansa kunnan korkeusjärjestelmässä. Mittayksikkönä käytetään millimetriä ja kiertokulmissa käytetään vähintään kahden desimaalin tarkkuutta.[12, s.7.]

Tietomallikoordinaattori tulee nimetä tietomallinnushankkeeseen. Tehtävään soveltuu hyvin joko pääsuunnittelija tai joku muu hankejohdon valitsema taho. Tietomallikoordinaattorin tehtävät ovat luonteeltaan samankaltaisia pääsuunnittelijan tehtävien kans-

sa, mutta tehtävät ovat esimerkiksi mallien yhteensovittamista sekä tarkastamista.[12, s. 10.]

Tietomallikoordinaattori vastaa työmallien laadunvarmistuksen valvonnasta suunnittelun aikana. Suunnittelijat valvovat oman mallinsa teknistä laatua sekä varmistavat sen, että omassa mallissa ei ole muita kuin keskeneräisyydestä johtuvia virheitä.[12, s. 10.]



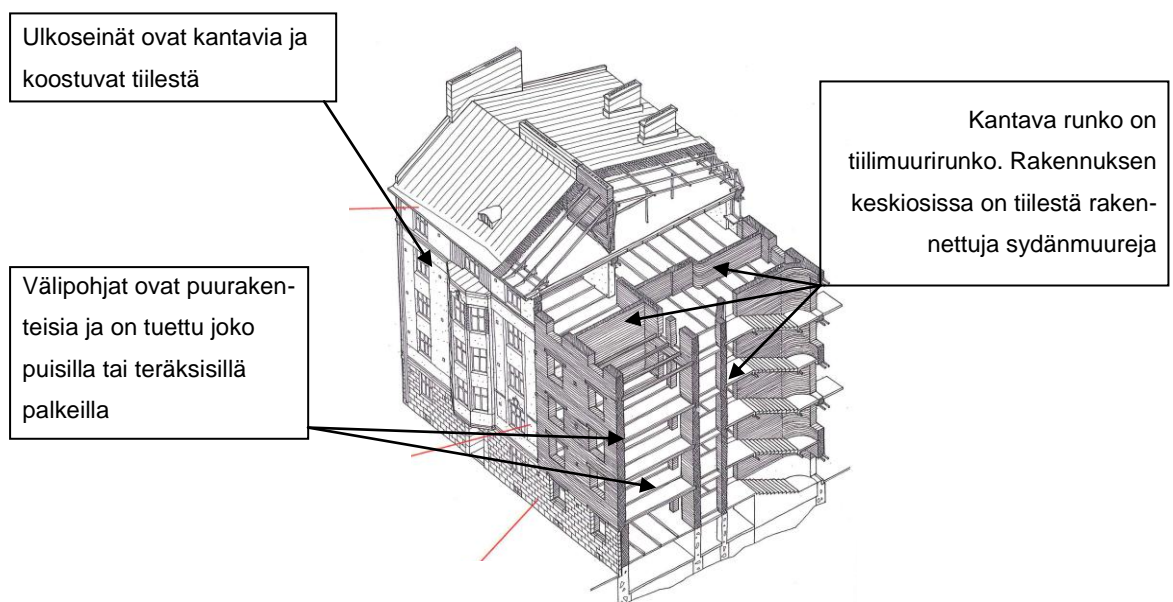
Kuva 5 Tietomallin avulla elementtijaon suunnittelu on vaivatonta sekä tehokasta. Kuvassa olevan tilanteen muuttaminen paperiversioksi ei vie juurikaan aikaa. Kuvasta voidaan myös nähdä esimerkiksi ilmanvaihdon sekä vesi- ja viemärijärjestelmien vaatimat läpiviennit. [24.]

4 Korjausrakentamisen asuinkerrostalojen runkotyypit

Tietomallintajan täytyy tietää asuinkerrostalon oleelliset kantavat rakenteet, sillä rakennemalliin pääsääntöisesti halutaan ainoastaan kantavat rakenteet. Kaikki tietomallintamisessa mukana olevat osapuolet mallintavat ainoastaan oman mallinsa objektit. Mikäli malliin tehdään useampaan kertaan esimerkiksi kevyt väliseinä, joka kuuluu yleensä arkkitehdin tehtäväksi, nähdään se törmäystarkastelun yhteydessä. Tämä aiheuttaa ylimääräistä työtä tietomallintamisessa. Peruskorjauskohteissa voidaan usein joutua tekemään uusia läpivientejä kantaviin laattoihin sekä seiniin. [10.]

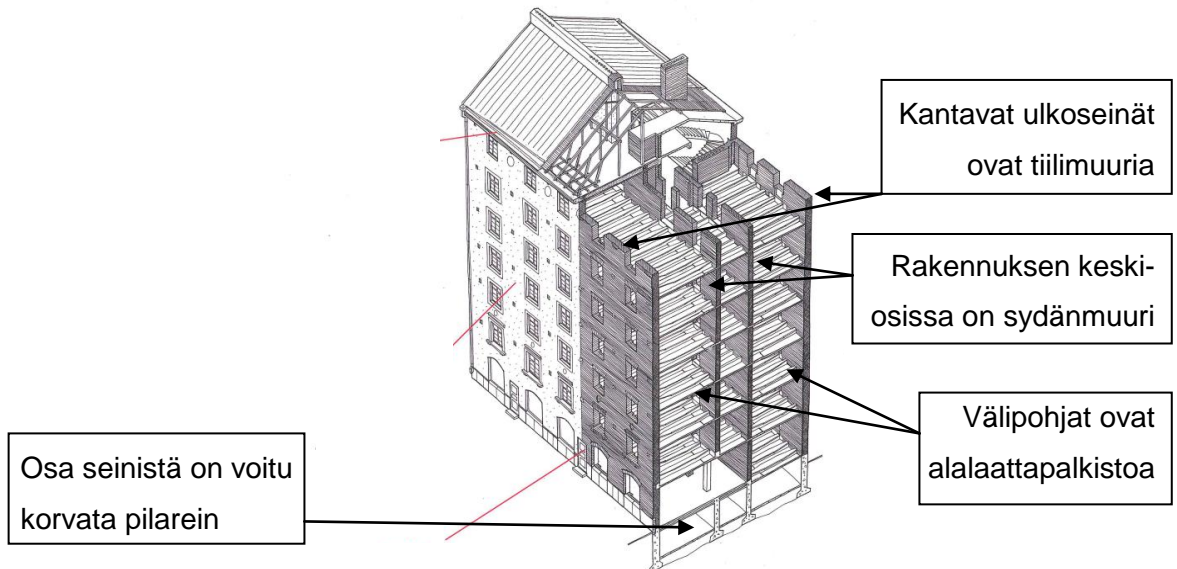
Tässä kappaleessa käsitellään yleisimmät Suomen asuinkerrostalojen rakennejärjestelmät. Arkkitehtuurisesti sekä rakennusteknisesti rakennukset voidaan jakaa viiteen aikakauteen: 1880 - 1920, 1920 - 1940, 1940 - 1960, 1960 - 1975, 1975 - 2000. Asuinkerrostalojen rakenteet voivat olla paikallarakennettu ja -valettuja, elementtirakenteisia tai näiden sekoitus. Vielä toisen maailmansodan jälkeen rakennettujen asuinkerrostalojen kantavat rungot koostuivat tiilimuurien, teräsbetonin ja kevytbetonin sekarakenteista. [1.][2, s. 6.]

Ennen vuotta 1920 rakennetut asuinkerrostalot ovat runkotypiltään tiilimuurirunkoisia. Tässä runkotyyppissä on tyypillistä se, että ulkoseinät ovat kantavia ja talon keskellä on tiilestä muurattuja pituussuuntaisia sydänmuureja. Rakennuksen välipohjat on rakennettu puusta ja kannatettu puisilla palkeilla tai teräksisillä ratakiskoilla. Aikakauden loppupuolella teräsbetonipalkkien käytön yleistyessä on alettu käyttää myös alalaattapalkistoa. Välipohjaratkaisua lukuun ottamatta, 1900-luvun vaihteeseen asti rakennustekniset ratkaisut ovat pysyneet lähes muuttumattomina. Esimerkkikuva tästä rakennuksen runkotyypistä on kuvassa 6. [1.][2, s. 16 -17.]



Kuva 6 Vuosien 1880–1920 esimerkkirunkotyyppi. Ylemmässä kuvassa on esimerkki koko tiilimuurirunkorakenteisesta rakennuksesta. [2, s. 48]

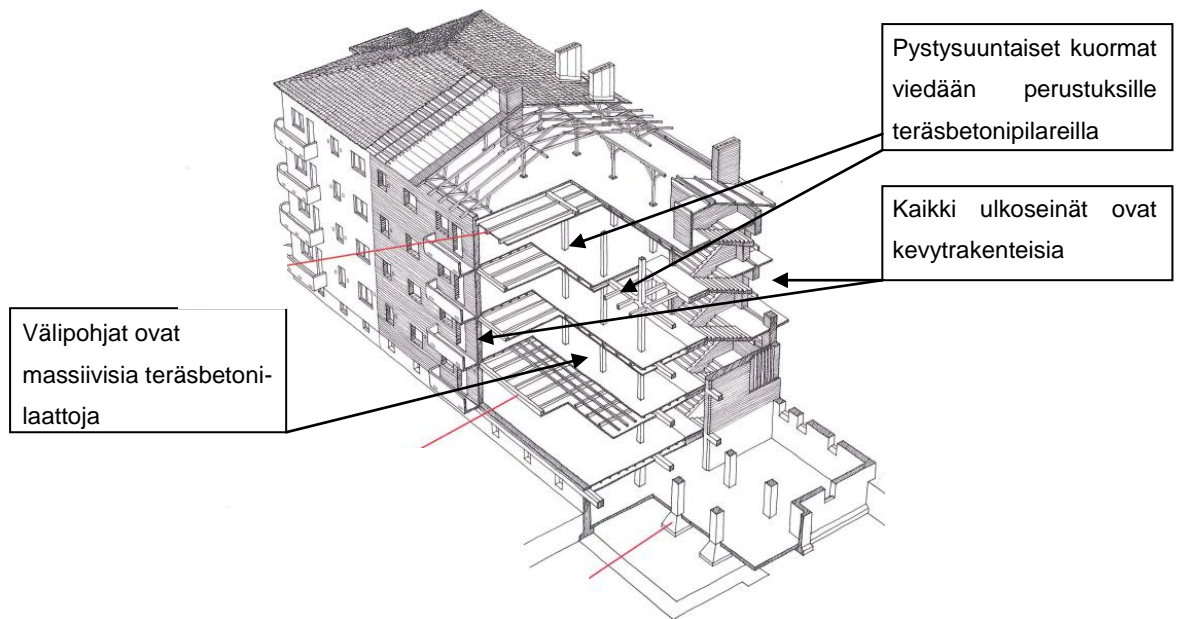
1930-luvun lopusta lähtien sekarunkoinen asuinkerrostalo on ollut suosituampi kuin perinteinen tiilimuurirunko. Sekarunkoinen asuinkerrostalo, jossa osa kantavista seinistä on korvattu teräsbetonipilareilla, on ollut suosituin rakennustapa aina 1950-luvun alkupuolelle asti. Yleisin välipohjarakenne oli edelleen alalaattapalkisto ja tiilestä rakennetut ulkoseinät ovat edelleen osa kantavaa järjestelmää. Porrashuoneet on tehty edelleen paksuista tiilimuureista. Esimerkkikuva tästä rakennuksen runkotyypistä on kuvassa 7. [1.][2, s. 54 - 56.]



Kuva 7 Vuosien 1920-1940 asuinkerrostalojen kantavana järjestelmänä toimii tiilimuurirunko.[2., s. 74]

1940 - 1950-luvun asuinkerrostaloissa on harvoissa kohteissa kaikki pystyrakenteet teräsbetonipilareita, niin kutsuttu betonipilarirunko. Tässä runkotyypissä kaikkien väliseinien lisäksi myös ulkoseinät ovat kevytrakenteisia. Esimerkki tästä rakennejärjestelmästä löytyy kuvasta 8 [1.][2, s. 90.]

Tällä asuinkerrostalojen rakentamisen aikakaudella merkittävä ero aikaisempaan on se, että teräsbetonia alettiin käyttää tiilen sijaan kantavissa pystyrakenteissa. Yleisimmäksi runkojärjestelmäksi vakiintui betoniseinärunko, jossa käytettiin teräsbetonisia ulko- ja väliseinärakenteita. Välipohjissa käytetään massiivisia teräsbetonilaattoja. [1.][2, s. 88 - 90.]



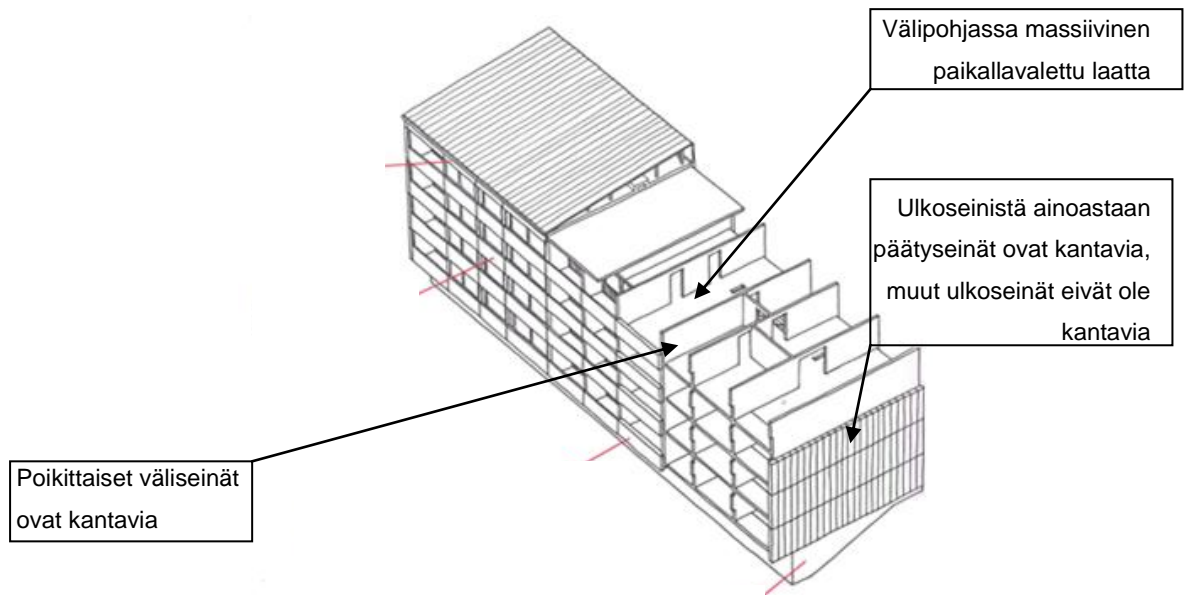
Kuva 8 Runkojärjestelmä tässä rakennuksessa toimii pilarirunko. [2., s. 120].

Pystyrungon toteutuksessa on käytetty peräti viittä erilaista päätyyppiä vuosien 1940 - 1960 välisenä aikana; tiilimuurirunko, sekarunko, betonipilarirunko, betoniseinärunko ja kirjahyllyrunko. Elementtirakentamista varten on kehitetty betoniseinärungosta kirjahyllyrunko, jossa porrashuoneiden seinien lisäksi poikittaiset väliseinät ovat kantavia. Tässä rakennusjärjestelmässä pitkät julkisivut eivät kuulu rakennuksen kantavaan järjestelmään, joten niiden rakenne ja toteutustapa on ollut vapaa. [1.][2, s.148.]

Kirjahyllyrunko on ollut kokeiluasteella vuosien 1940 -1960 välillä, mutta 1960-luvun alusta lähtien suurin osa Suomen asuinkerrostaloista rakennettu tällä menetelmällä. Ulkoseinärakenteissa tyypillistä on se, että vain päätyseinät ovat kantavia, poikittaiset väliseinät sekä porraskuilut ovat kantavia ja välipohjat on suurmuotein paikallavalettuja teräsbetonilaattoja. Esimerkkikuva tästä rakennuksen runkotyypistä kuvassa 8. [2, s. 148 - 150][3, s. 57 - 68][5, s. 16.]

Kirjahyllyrungosta on tehty monenlaisia variaatioita, jotka eroavat toisistaan toteutustavaltaan sekä välipohja- ja ulkoseinärakenteiltaan. 1960-luvun lopun ja 1970-luvun alun asuntotuotannon huippuvuosien runkoratkaisuista yleisin on paikalla rakennetun ja elementtirakentamisen yhdistelmä, ns. osaelementtirakenteinen kirjahyllyrunko. Tämän tyyppisessä rakennuksessa kantavat väli-, ulkoseinät sekä välipohjat rakennettiin paikallavaalen suurmuoteilla, mutta julkisivut ovat rakennettu täysin tai osittain elementti-

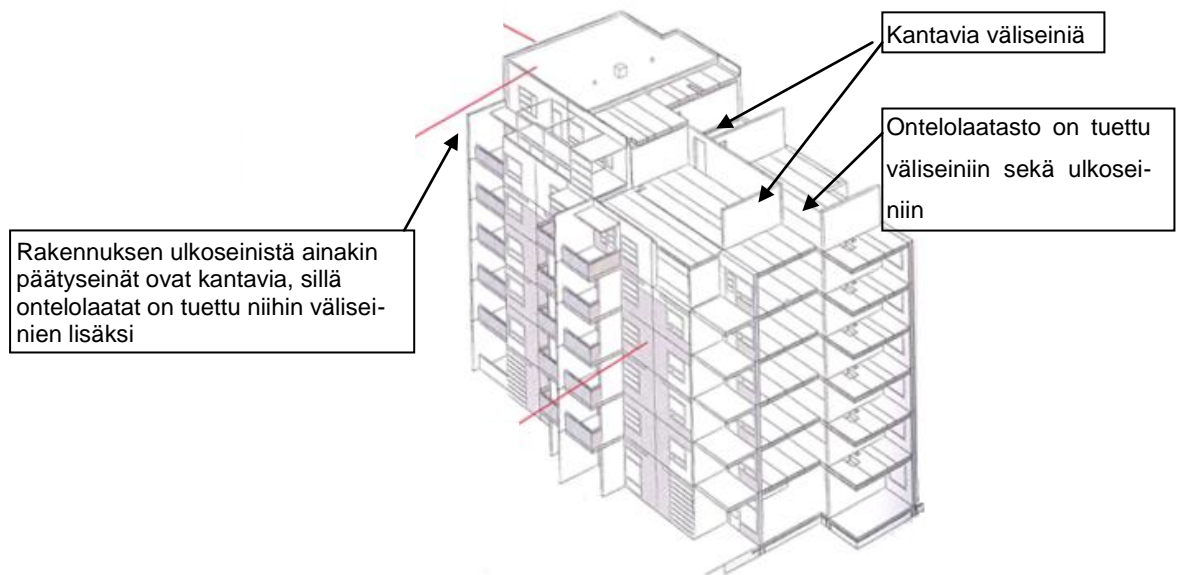
rakenteisina. Kantavia väliseiniä on rakennettu tiheästi. Esimerkki tämän tyyppisestä kirjahyllyrunkoisesta rakennuksesta on kuvassa 9.[2, s.148 - 150][3, s. 62 - 68][5, s. 16.]



Kuva 9 Vuosien 1960 - 1975 aikana rakennettujen asuinkerrostalojen yleisin runkojärjestelmä on osaelementti kirjahyllyrunko[3., s. 65]

Muita vuosien 1960 - 1975 välisenä aikana käytettyjä runkotyyppejä ovat täyselementti/suurlevyjärjestelmä, täyselementti / BES-järjestelmä. Näiden lisäksi perinteisen tavan rakennejärjestelmiä on käytetty edelleen, etenkin silloin, kun etäisyys elementtitehtaiisiin on ollut suuri. [2., s. 150] Liitteessä 1 on taulukko 2, jossa on Suomessa vuosien 1960 - 1975 asuinkerrostaloalueet.

Vuosien 1975 - 2000 rakennustekniikan runkotyypit ovat standardisoituneet entisestään. Asuinkerrostalojen yleisimpiä runkotyyppejä on vain kaksi, joista selvästi yleisin on BES – järjestelmään perustuva rakentaminen, jossa kaikkia rakennuksen osat ovat betonielementtejä. Tässä järjestelmässä ulkoseinistä osassa on käytetty betonisandwich-elementtejä, joista sisäkuori on kantava. Osa ulkoseinistä toimii rakennuksen jäykistyksessä. Teräsbetoniset väliseinät ovat kantavia ja välipohjissa on käytetty ontelolaattoja, jotka mahdollistavat jopa 20 metriä pitkän jännevälin. Toiseksi yleisin on osaelementtiratkaisu. Lisäksi tällä aikakaudella on kokeiltu teräs- ja puurunkoisia rakennuksia. Esimerkkikuva tästä rakennuksen runkotyypistä on kuvassa 11.[1.][2, s. 214 - 216.]



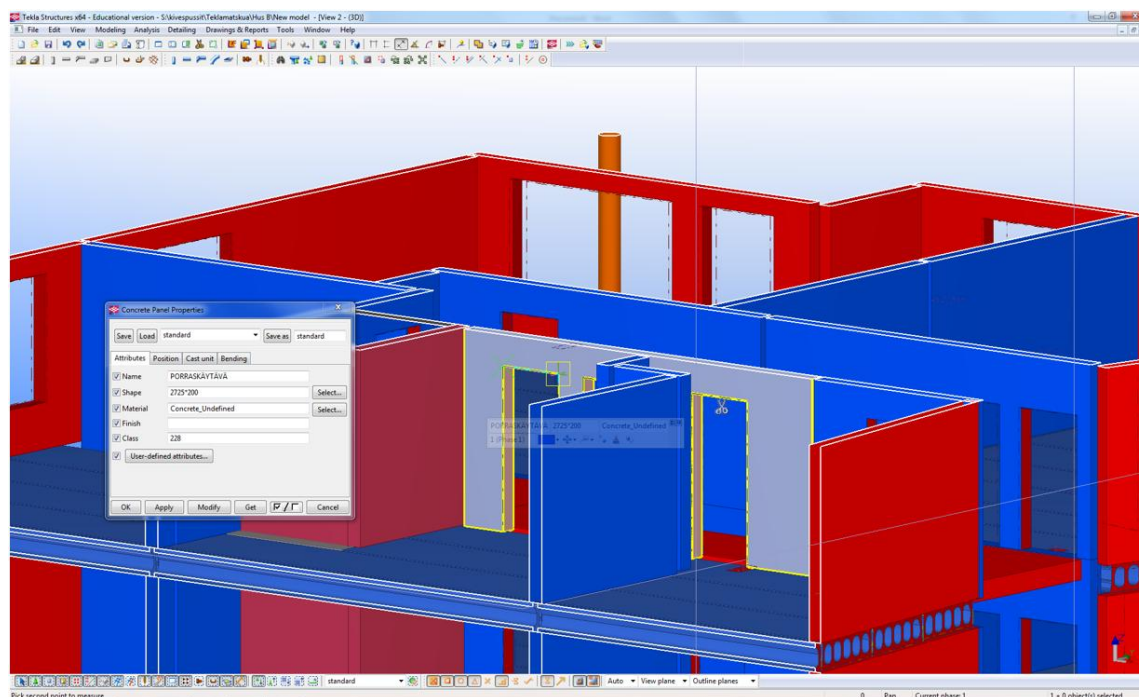
Kuva 10 Vuosien 1975 - 2000 aikana runkotyyppi on täysin standardoituun täyselementti kirjahyllyrunko.[2., s. 236]

5 Tietomallintamisen vaiheet korjausrakentamisessa

Käyttäjän tarpeet sekä tavoitteet selvitetään tarveselvitysvaiheessa, jonka perusteella arvioidaan vaihtoehdot ja päätetään suoritustapa tavoitteiden saavuttamiseksi. Tässä vaiheessa rakennushanketta tietomalli on harvoin edennyt arkkitehdin 3D-mallia pidemmälle. Vaatimusmalli, josta voidaan selvittää keskeisimmät tilavaatimukset, on kuitenkin osa tietomalliprosessia tässä vaiheessa. [16, s. 20 - 24][12, s. 11.]

Karkealla tasolla olevilla vaihtoehtoisilla suunnitelmilla haetaan sopivinta ratkaisua ehdotussuunnitteluvaiheessa. Tässä vaiheessa valittua perusratkaisua, joka on olemassa arkkitehdin tietomallina, lähdetään kehittämään luonnossuunnitteluvaiheessa. Edellisen vaiheen päätösten perusteella tilaajan vaatimukset rakennuksen suhteen on päivitetty. Yleissuunnitteluvaiheessa tilaajan tehtävänä on suunnittelun ohjaaminen sekä hyväksyminen toteutussuunnitteluvaihetta varten. [12, s. 13][16, s. 20 - 24, s. 33.]

Tuotettavan tiedon tarkkuustaso kasvaa oleellisesti edelliseen suunnitteluvaiheeseen verrattuna. Toteutussuunnitelmavaiheessa suunnitelmat viimeistellään urakkatarjouspyyntöjen edellyttämään tarkkuustasoon ja malleihin lisätään kaikki yksityiskohtaiset tyyppitiedot. Tässä vaiheessa on myös ensisijaisen tärkeätä, että kaikki mallit olisivat ajan tasalla ja suunnitteluosapuolien saatavilla. [12, s. 17][16, s. 33 - 34.] Kuvassa 5 oleva tietomalli on toteutussuunnitteluvaiheessa.



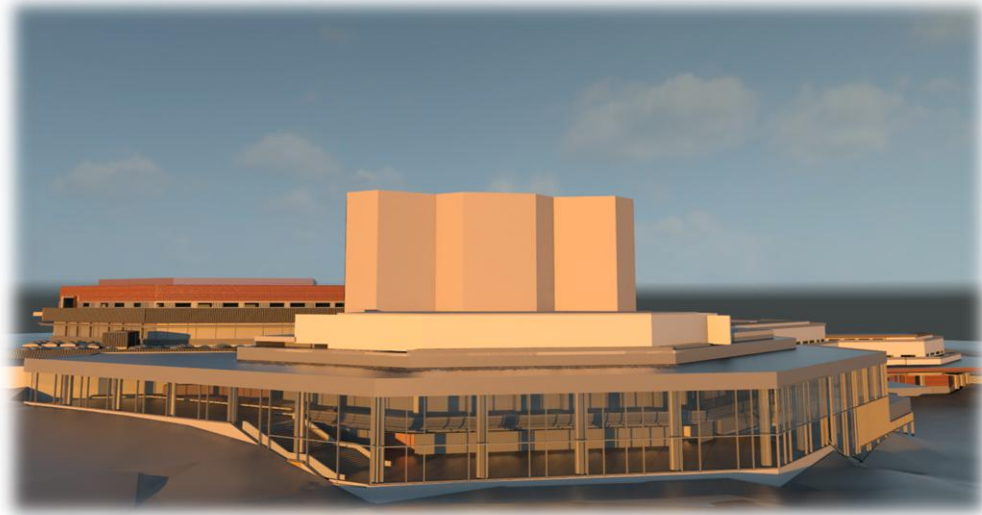
Kuva 11 Kantavat väliseinät ovat maalattu sinisinä, kuten myös ontelolaatasto. Tähän kuvaan on mallinnettu ainoastaan kantavat sekä jäykistävät rakenteet, joten julkisivusta on mallinnettu punaisella näkyvä kantavan elementin sisäkuori. [24.]

Tietomalleista tuotetut määräluettelot, visualisoinnit sekä muut dokumentit annetaan tarjousten tekijöille, jotta urakkatarjoustensa sekä rakennustyön alustava suunnittelu helpottuisi. Myös tietomalli annetaan tarjoustensa tekijöille käyttöön. [12, s. 17.]

Perehtyminen kohteeseen ja rakenteisiin sekä työjärjestyksen suunnittelu ovat tärkeimpiä visuaalisen mallin käyttökohteita työmaalla. Urakoitsijat voivat käyttää tietomalleja määrälaskennassa, aikataulun hallinnassa sekä asennustöiden etenemisen havainnollistamisessa. [12, s. 19 - 20][16, s. 35.]

Oleellisimmat rakennusvaiheessa tuotettavat asiat mallintamisen näkökulmasta ovat toteutusmallit sekä huoltokirja. Hankkeen loppuvaiheessa tulee varmistaa, että tieto-

mallit vastaavat rakennusta sekä se, että rakentamisen aikana tehdyt muutokset on viety malleihin. [12, s. 20][16, s. 36.] Kuvassa 13 on Helsingin kaupunginteatterin tietomalli, joka on luovutettu tilaajalle vastaanoton yhteydessä.



Kuva 12 Helsingin kaupunginteatterin tietomalli. Mallinnuksessa käytettiin apuna laserkeilausta sekä olemassa olevia dokumentteja. [10.]

6 Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet

6.1 Tietomallintamisen hyödyt

Tietomalleja pyritään hyödyntämään koko rakennuksen elinkaaren ajan. Uudisrakennus kohteen alussa projekti voidaan mallin avulla esimerkiksi aikatauluttaa, suorittaa määrälaskentaa ja selvittää työmaan tarpeita. Kun malli on tehty täydellisesti oikein, saadaan siitä erinomaiset rakennepiirustukset työmaalle.[16, s.13][18, s. 6][22, s. 1 - 2.]

Tietomallintamista voidaan hyödyntää suunnitteluvaiheessa, rakennusvaiheessa sekä ylläpitovaiheessa. Tässä kappaleessa on kerrottu lyhyesti tietomallin hyödyistä rakennuksen elinkaaren aikana. [10.]

Suunnitteluvaiheessa tietomallintaminen mahdollistaa aikaisempaa tarkemman visualisoinnin sekä sen, että suunnitelmien muutosten tekeminen helpottuu. Esimerkiksi, jos tietomallissa muuttaa yksittäisen palkin tietoja, se muuttuu kaikkiin piirustuksiin au-

tomaattisesti. Näin ollen ei tarvitse selata kaikkia piirustuksia läpi ja tehdä samaa muutosta moneen kertaan. [16, s. 13][18, s. 7][22, s. 1-2][21, s. 15.]

Asuinkerrostalojen LVI-kohteiden hankesuunnittelun tueksi tietomallintamisella tuotetut erilaiset havainnollistavat mallit auttavat asukkaita ymmärtämään suoritettavan työn, sillä mallista voi konkreettisesti nähdä kolmiulotteisesti suoritettavan työn hyödyt ja haasteet. Yksittäisen huoneen havainnollistavan mallin rakentaminen ei vie viikkoa pidempään, mikäli mallintajat ovat päivittäin tietomallintamisen parissa työskenteleviä henkilöitä. [10.]

Rakennusvaiheessa suunnitelmamuutoksiin voidaan reagoida nopeasti, sillä tietomallista voi nähdä tehtävän muutoksen kolmiulotteisessa muodossa. Kolmiulotteisuuden avulla voidaan mahdolliset päällekkäisyydet todeta jo ennen työmaavaihetta esimerkiksi ennen elementtien asentamista. Työmaavaihe tehostuu, kun rakentamisvaihe voidaan simuloida ennen työmaan varsinaista aloittamista. Tietomallintamisen avulla voidaan suorittaa vaivaton, nopea ja laadukas määrälaskenta, sillä mallin sisältämä tieto oikein tehtynä on tarkka. Mallista voidaan tulostaa esimerkiksi listoja, jossa ohjelma on automaattisesti laskenut esimerkiksi betonin ja rakenneteräksen menekin. Samasta syystä työmaalla suoritettava käsinlaskenta vähentyy toteutuksen aikana. Tietomallin tehokas hyödyntäminen määrälaskennassa vaatii aina riittävän tarkan mallin.[10.] [17, s. 12 - 16][16, s.13][22, s. 1 - 2][21, s. 15.]

Siirryttäessä rakennusvaiheesta ylläpitovaiheeseen, tiedonsiirto nopeutuu esimerkiksi siten, että kaikki rakennusta koskevat piirustukset ovat samassa tiedostossa. Ylläpitovaiheessa rakennuksen kaikkia tiloja voidaan hallita ja käyttää tehokkaammin, sillä tietomallinnetun rakennuksen yksittäisestä huoneesta voidaan poistaa tai sinne voidaan lisätä helposti objekteja, jonka seurauksena esimerkiksi tilalliset vaikutukset voidaan nähdä havainnollisemmin kuin 2D-piirustuksesta. Kun huoneistoihin suunnitellaan muutoksia, esimerkiksi LVI-projektin yhteydessä, voidaan mahdolliset päällekkäisyydet huomata heti eri tietomallien yhteensovittamisen hetkellä. Esimerkiksi tasopiirustuksista ei välttämättä heti käy ilmi korkomaailman virheet.[10.][16, s. 13][17, s. 8][21, s. 15.]

6.2 Tietomallintamisen haasteet

Tietomallinnus projekteissa on lähes aina jonkinlaisia ongelmatilanteita. Tietomallinnusprojektissa on usein mukana joku, jonka osaaminen ei ole vielä riittävällä tasolla. Tietomallintaminen yksinään ei auta projektin tehostamisessa, vaan prosesseihin ja ihmisiin täytyy myös panostaa, jotta tietomallintamisesta saadaan kaikki hyöty irti. Raaka tietomallintaminen on toistaiseksi hidas työvaihe ja tietomallintaminen on myös kallista. Toisaalta havainnollistavien mallien tekeminen on suhteellisen nopeaa, eikä vaadi järin suurta panostusta yritykseltä. [16, s. 52 - 53][7, s.1][10.]

Ehkä kaikkein keskeisin haaste tietomallintamisessa on se, että tietomallia ei voida toistaiseksi hyödyntää kovinkaan laajasti tuotantovaiheessa, esimerkiksi perinteisistä 2D-piirustuksista tarvitaan edelleen. Juridisesti katsottuna tietomalli ei ole samassa asemassa kuin 2D-piirustus. Tietomallista kuitenkin on mahdollista tuottaa myös perinteisiä piirustuksia. Lisäksi tietomallintamisen kaikki ohjelmat eivät tue täysin toisiaan, joka hidastaa tietomallintamista entisestään myös suunnitteluvaiheessa. [16, s. 52 - 53][13, s. 7][7, s.1][21, s. 21 - 22.]

Kaikessa suunnittelussa tietomallinnuksesta ei ole juuri apua, sillä se on tällä hetkellä vain yksi työvaihe enemmän koko projektissa. Jotta mallinnus tehostaisi suunnittelu-prosessia, tulisi mallintajan ja suunnittelijan olla yksi ja sama henkilö. Tällä hetkellä suunnittelutoimistoissa on vielä erillinen mallinnusosasto, joka työstää mallin. Muun muassa tämä tekee täydellisen tietomallin tekemisestä kalliin ja kohtalaisen hitaan toimenpiteen. [9.][10.]

Edellä mainittujen syiden nojalla voidaan todeta, että tietomallintaminen on vielä nykyään suunnittelutyössä enemmän havainnollistusväline kuin työtä merkittävästi tehostava työväline.[10.]

7 Tietomallinnusohjelmia sekä mallien luontitavat korjausrakentamisessa

Tietomalli voidaan luoda tehokkaimmin korjausrakentamisessa kahdella eri tavalla joko dokumenteista tai laserkeilaamalla. Perinteisiä menetelmiä, esimerkiksi yksinkertaisesti

kohteessa mittanauhalla mittaaminen sekä valokuvaaminen, voidaan myös soveltaa. Lisäksi on olemassa laseretäisyysmittareita, joilla voidaan mittaamista nopeuttaa.[10.]

Tietomallintamiseen tarkoitettuja ohjelmia on markkinoilla saatavilla monia, mutta Suomessa suurimmat yritykset käyttävät pääsääntöisesti samoja ohjelmia. Taulukossa 1 on mainittu yleisimpiä tietomallinnuksessa käytettyjä ohjelmia sekä se, minkä alan suunnitteluun kyseistä ohjelmaa voi käyttää. [10.][18., s. 11]

Taulukko 1 Yritysten käyttämiä tietomallinnusohjelmia. [10.][18., s. 10-11][22., s. 269]

Ohjelmia ja suunnitteluala	
Revit Architecture , arkkitehtisuunnitteluun soveltuva ohjelma	
Revit Structural , rakennesuunnitteluun soveltuva ohjelma	
ArchiCAD , arkkitehtisuunnitteluun soveltuva ohjelma, arkkitehti tai tarvittaessa rakennesuunnittelija tuottaa esimerkiksi inventointimalleja	
Autodesk Revit , arkkitehtisuunnitteluun soveltuva ohjelma, soveltuu julkisivujen suunnitteluun hyvin	
Tekla Structures , rakennesuunnitteluun soveltuva mallinnusohjelma, jonka etuna on se, että se on yhteensopiva monien ohjelmien kanssa.	
MagiCAD , LVI-mallien luontiin soveltuva ohjelma	
Navis Works , soveltuu muun muassa talotekniikan mallintamiseen ja katseluun	
CloudWorx for AutoCad , soveltuu pistepilvidatan editointiin	
EdgeWise 3D , soveltuu pistepilvidatan editointiin	

Tämän lisäksi on yhdistelmämallien viewer-sovelluksia, kuten Solibri Model Viewer, Solibri Model Checker, Tekla BIMSight, Tekla Model Viewer. Nämä ohjelmat soveltuvat mallintamisen koordinointiin, sillä ne eivät ole yhtä raskaita ohjelmia tietokoneelle kuin varsinaiset mallinnusohjelmat. Lisäksi Tekla BIMSight sekä Solibri Model Viewer ovat internetistä vapaasti ladattavia ohjelmia.[10.][18, s. 10-11.]

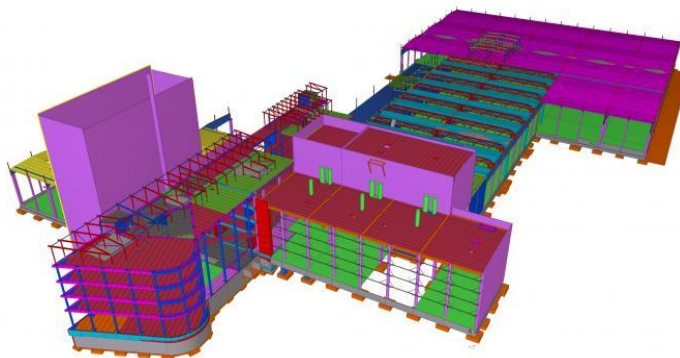
7.1 Dokumenttipohjainen tietomallinnus

Dokumenteista tehdyn tietomallin tekeminen alkaa lähtötietojen hankkimisella. Tarvittavia lähtötietoja ovat pohja- sekä rakennepiirustukset, valokuvat, aikaisemmat mittaus-tiedot sekä muut lähtötiedot.

Kun lähtötiedot on kerätty, alkaa varsinainen mallintaminen. Aluksi suunnittelijan tulee arvioida lähtötietojen pohjalta, millä mallinnusohjelmalla tietomalli on järkevintä tehdä. Rakennetekniseen mallintamiseen käytettäviä ohjelmia ovat esimerkiksi Revit Architecture, Autodesk Revit ja Tekla Structures. [10.]

Luovutettava tietomalliaineisto sisältää mallin eri tiedostomuodoissa. Yleishyödyllisin sekä joustavin tiedostomuoto on IFC, jota voi käyttää lähes kaikissa eri tietomallinnus- sekä laskentaohjelmissa pohjatietona. Tämän lisäksi luovutetaan natiivi-tietomalli sekä 3D DWG -malli.

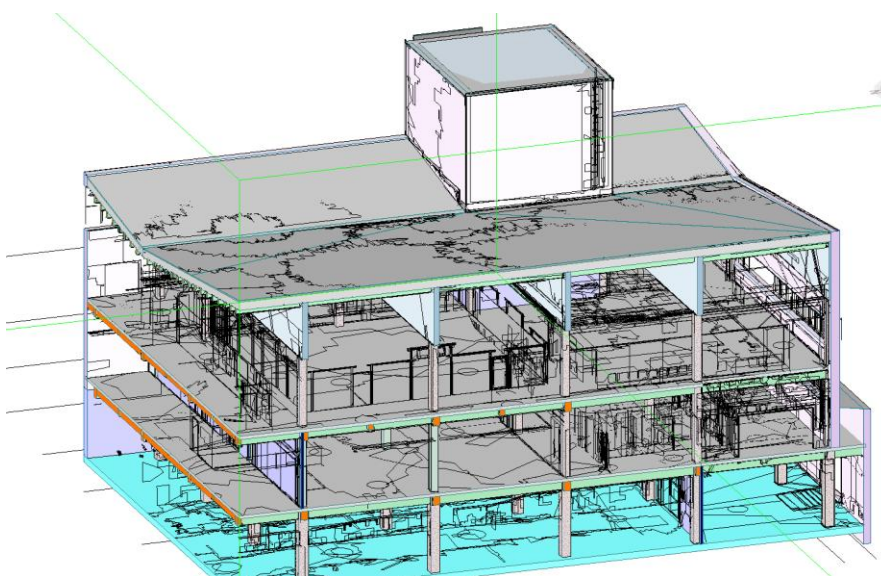
Olemassa oleviin dokumentteihin perustuvaa tietomallinnusta on hyvä käyttää silloin, kun esimerkiksi rakennekuvat ovat hyvin tulkittavissa tai, kun kalliimpia menetelmiä ei ole varaa käyttää. Tämän mallintamisen heikkous on se, että kaikki lähtötiedot eivät ole välttämättä täysin luetettavia, jonka seurauksena voidaan joutua suorittamaan lisämit-tauksia.[10.]



Kuva 13 Pauligin paahtimo Vuosaarella. Mallinnus tehtiin Tekla Structures -ohjelmalla. [17.]

7.2 Laserkeilaukseen perustuva tietomallinnus

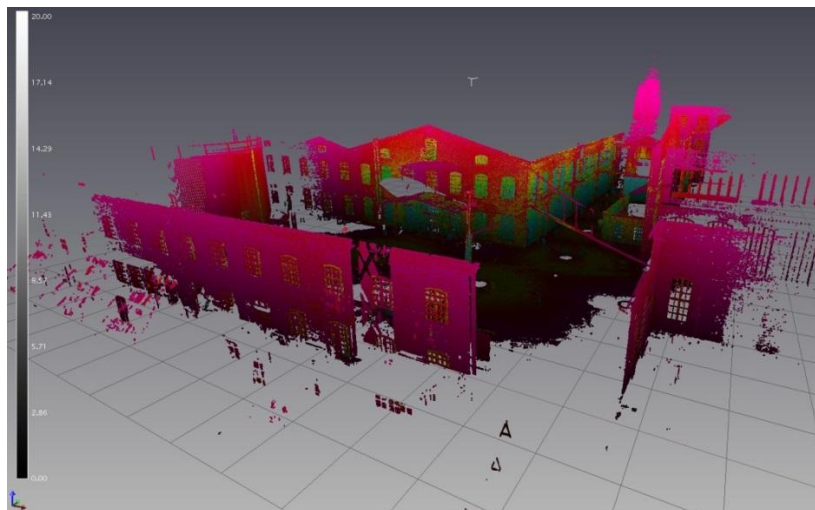
Tietomalliin tarvittavan lähtötiedon kerääminen alkaa laserkeilauksella, jossa kohde keilataan halutulla tarkkuudella. Laserkeilauksen lopputuloksena on pistepilviaineisto, jonka tiedostomuotoina ovat IMP, PTS, PTX. Näitä tiedostomuotoja voidaan editoida mm. CloudWorx for AutoCad sekä EdgeWise 3D -ohjelmalla. [10.]



Kuva 14 Revit Structural -ohjelman rakennemalli. Rakennemalli on tuotettu pistepilvidatan pohjalta.[10.]

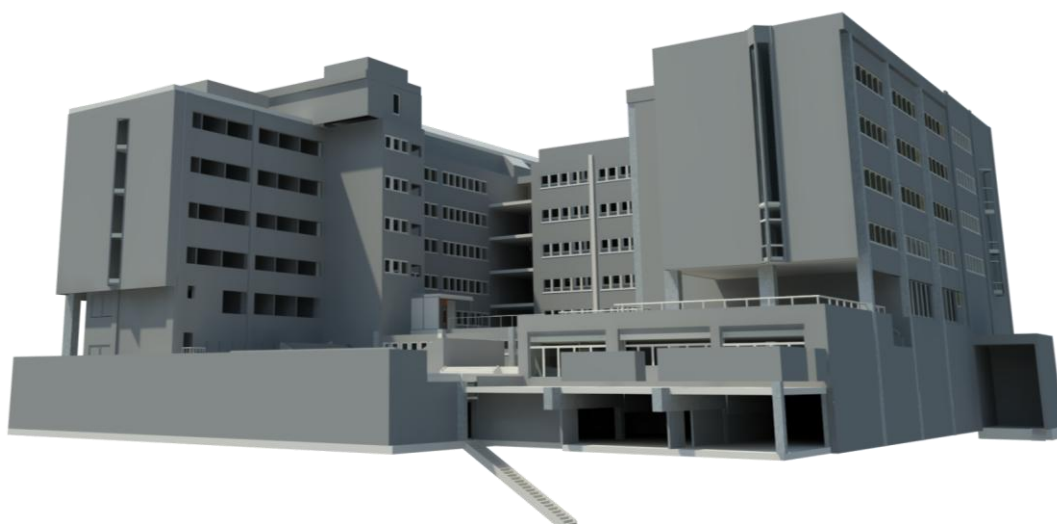
Editoinnin jälkeen saadaan pistepilven sisältämä data siirrettyä DWG- tai DXF-muodossa mallinnusohjelmaan, jossa varsinainen tietomallinnustyö tullaan suorittamaan. Mallinnus voidaan toteuttaa Revit Architecture, Autodesk Revit, Tekla Structu-

res, ArchiCAD -ohjelmilla. Tietomallinnusohjelman tuotos voidaan tallentaa IFC – muodossa, joka on luettavissa esimerkiksi Solibri Model Checker sekä Tekla BIMsight -ohjelmilla. [10.]



Kuva 15 Laserkeilauksella tuotettu pistepilvimalli, jota voidaan editoida esimerkiksi CloudWorx For AutoCAD -ohjelmalla. [10.]

Luovutettava tietomalliaineisto sisältää pistepilvidatan omassa tiedostomuodossaan (IMP, PTS, PTX). Tämän lisäksi kohteesta tehdään IFC-tietomalli, mallinnusohjelman natiivi-tietomalli sekä 3D DWG -malli.[10.]



Kuva 16 Kiinteistö Oy:n valmis tietomalli, jonka mallinnuksessa käytettiin apuna laserkeilausta. [10.]

Laserkeilaukseen perustuva tietomallinnus soveltuu paremmin esimerkiksi julkisivuun tehtävien remonttien yhteyteen tai tilanteeseen, jossa vanhat piirustukset ovat huonot ja tarvitaan tarkempaa tietoa kohteen eri kohdista. Tämän tekniikan heikkous on sen kohtalaisen kallis kustannustaso. [10.] Kuvassa 11 esitetty Kiinteistö Oy:stä tehty tietomalli on tehty laserkeilausta apuna käyttäen.

Tietomallintamisessa voidaan käyttää dokumentteja ja laserkeilausta yhdessä, jolloin lopputuloksena mallista saadaan entistä tarkempi. Erityisesti joissakin korjauskohteissa, joka koostuu eri ajankohtina rakennetuista osista, voi vanhimmat piirustuksista olla huonosti tulkittavissa, kun taas osa on lähes uuden veroisia. Esimerkiksi Olympiastadionin eri alueet on rakennettu pitkin 1900-lukua. [10.]

8 Tietomallintaminen ilmanvaihtojärjestelmän muutoskohteessa

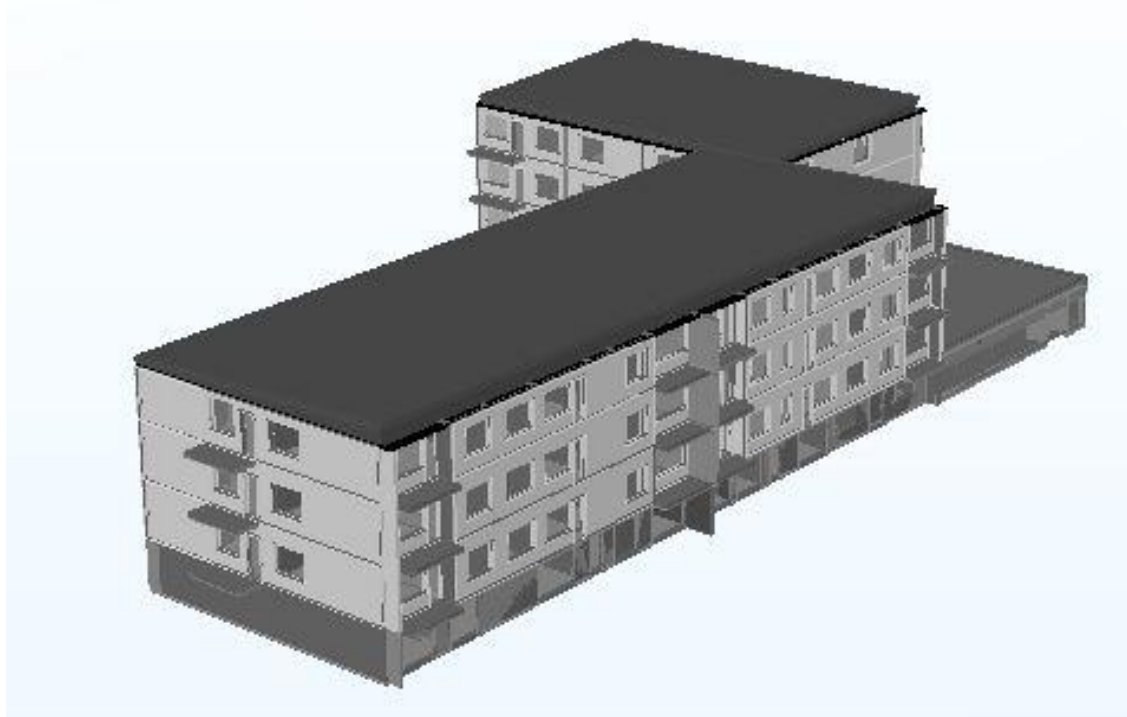


Kuva 17 Kuva kohteesta, jonne suunnitellaan ilmanvaihdon muutosta.[9.]

8.1 Kohteen perustiedot

Kuvassa 18 oleva As Oy Hyrylänsalpa on valmistunut 1968 ja siinä on kerroksia maanpinnan tasolla olevan kellarikerroksen lisäksi kolme. Asuinhuoneistoja rakennuksessa on 37 ja niiden ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate perustuu painovoimaan.

Kohteen tietomallintamisen tarkoituksena on tarkastella vaihtoehtoisia toteutustapoja vesijohtojen ja viemärien nousulinjojen asennuspaikoiksi. Kohteen tietomallia käytetään myös taloyhtiön hallituksen kokouksessa tehtävien toimenpiteiden havainnollistamisessa. [9.]



Kuva 18 Kohteen rakenneteknisen tietomallin ulkokuori Tekla BIMsight -ohjelmassa. [9.]

Kuvassa 19 oleva yleiskuva yhdistelmätietomallista on tehty hankesuunnitelman tueksi, jossa on esitelty ilmanvaihdon päivitykselle reititysvaihtoehdot sekä LTO-koneella varustetun koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä sijoittaminen esimerkkihuoneistoon. [9.][10.]

8.2 Tietomallinnuksen projektiorganisaatio

Tässä projektissa tietomallintamista suoritti sekä LVI- että rakennesuunnittelija, joista jälkimmäinen toimi myös tietomallikoordinaattorina. Tässä vaiheessa projektia päätettiin myös tietomallin tarkkuudeksi hankesuunnitelman tasolla oleva tarkkuus, mahdollisen toteutussuunnittelun yhteydessä tarkennetaan mahdollisesti myös mallia.

Projektiorganisaatio on sopinut ennen tietomallinnuksen aloittamista käytettävän pohja-aineiston sekä ohjelmistot. Työn suorittamiseen tarvittava lähtötietona käytettiin arkkitehdin pohjapiirustusta, jonka mukaan LVI-suunnittelija sekä rakennesuunnittelija suo-

rittivat oman työnsä. Samaan aikaan sovittiin projektin nollakohta, jonka suhteen työtä alettiin mallintaa.

Tietomallintamisessa käytettävät ohjelmistot ovat Tekla Structures -ohjelma, MagiCAD -ohjelma, ArchiCAD -ohjelma sekä Tekla BIMsight -ohjelma, sillä ne ovat yhteensopivat keskenään. Näistä kaikista mallinnusohjelmista voidaan tuottaa IFC-tiedostot, jotka voidaan tuoda Tekla BIMsight -ohjelmaan.

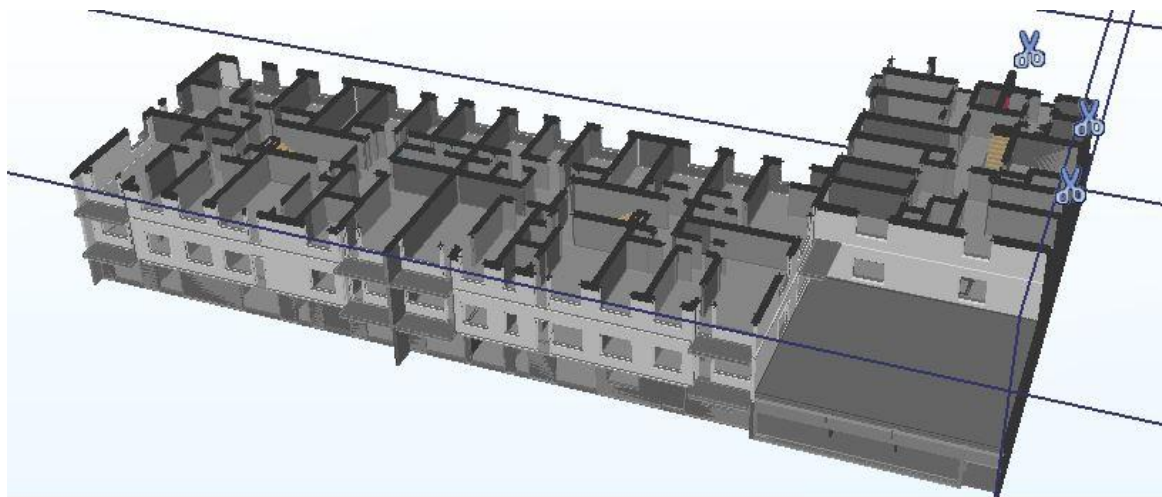
Yhdistelmämallissa esitetään muun muassa alaslasketut katot uusien kanavien sekä putkistojen "piilottamista" varten. Tämän lisäksi tietomallista käy ilmi rakennuksen kantavat rakenteet sekä ovi- ja ikkuna-aukkojen sekä parvekkeiden karkeat sijainnit. Malliin on myös lisätty arkkitehdin pohjapiirros havainnollistamaan paremmin mallia ja selkiyttämään sen ymmärtämistä.[9.][10.]

8.3 Kohteen rakennejärjestelmä

Rakennuksen kantavajärjestelmä on perinteinen 1950- luvun betoniseinärunko, eli tässä kohteessa rakennuksen pystysuuntaiset kuormat viedään perustuksille 150 mm paksujen kantavien seinien avulla. Ulkoseinät eivät päätyseiniä lukuun ottamatta ole kantavia, mutta ne kuitenkin halutaan mallintaa tässä kohteessa inventointimalliin. Huoneistojen väliset seinät ovat myös kantavia ja isoimpien huoneistojen sisällä on myös kantavia seiniä. Tasoilla olevat kuormat viedään seinille kantavilla paikallavaletuilla laatoilla, joiden kokonaiskorkeus on 240 mm. Laatat koostuvat 160 mm kantavasta teräsbetonisesta osasta sekä 80 mm pintavalusta, jonka päälle on lisätty pinnoite. Laatoista rakennemalliin halutaan ainoastaan kantava osa. Pohjakerroksessa on muutamia seiniä korvattu pilareilla. Huonekorkeus tässä rakennuksessa on 2 600 mm ja kerrokorkeus 2 840 mm. Näitä tietoja tarvitaan rakenneteknisen sekä LVI-suunnitelman tietomallin yhteensovittamiseen.

Rakennuksen kantavaan järjestelmään ei tehdä suuria muutoksia. LVI-järjestelmien korjaustyöt vaativat kuitenkin pieniä purku- ja täyttötöitä kantavissa laatoissa viemärien sekä ilmanvaihdon nousulinjojen kohdilla. Voidaan todeta, että tässä kohteessa rakennuksen runkotyypillä ei ole juurikaan merkitystä korjaustyön sekä mallintamisen kannalta.

Kuvassa 20 on vaakasuuntainen 3D-leikkaus inventointimallista, joka on esitetty Tekla BIMsight -ohjelman avulla. Kuvasta voidaan nähdä, että rakennusjärjestelmä on 1950- ja 1960-luvun vaihteen tyylinen betoniseinärunko.[9.][2.]

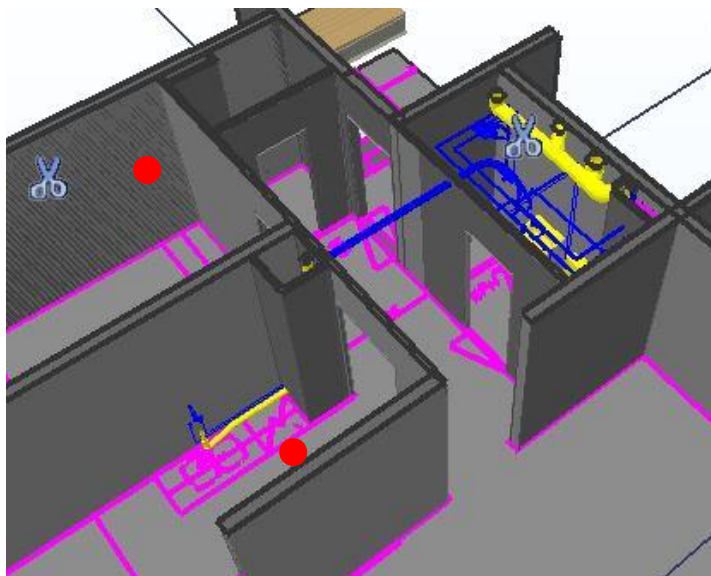


Kuva 19 Rakennusteknisesti katsottuna, kohde on runkotyypiltään perinteisen 1950- ja 1960-lukujen vaihteen mukainen. Kantavia seinä on paljon ja laatat ovat kantavalta osaltaan 160 mm paksuja. Kuvassa oleva malli on yhdistelmämalli, johon on kaikki tähän asti mallinnettu lisätty. [9]

8.4 LVI-järjestelmä ennen korjausta

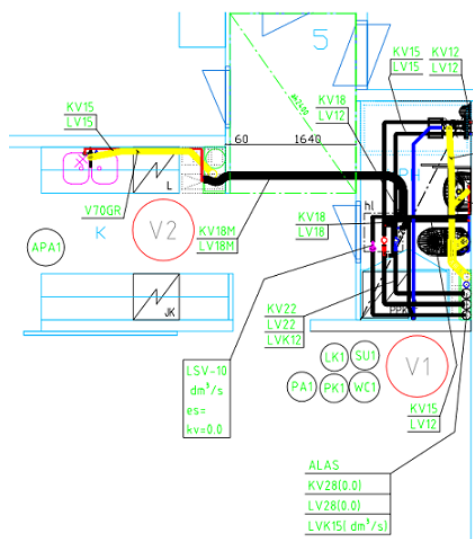
Kiinteistön kellarikerroksessa vesijohtojen runkolinjat on asennettu näkyville, eli niitä ei ole koteloitu tai asennettu seinän sisään. Huoneistoissa kylpyhuoneille sekä keittiöille on pääsääntöisesti erilliset vesijohtojen nousulinjat. Keittiöiden vesijohtojen nousut on sijoitettu kulkevaksi kaapistojen vieressä omissa putkihormeissaan. Kylpyhuoneissa märkätilan alueella kulkevat nousut on sijoitettu omiin putkihormeihinsa. Vesijohtojen nousulinjoja koko rakennuksessa on kokonaisuudessaan 14 kappaletta. Nousulinjat sekä hormit mallinnetaan tämän kohteen tietomalliin.[9.]

Kuvassa 21 on esitetty vanha viemäri- ja ilmanvaihtojärjestelmä, jossa painovoimaisen ilmanvaihdon reitti kulkee keittiön läpi kulkevassa hormissa sekä vaatehuoneessa kulkevassa hormissa. Kylpyhuoneessa oleva ylösnousu on tarkoitettu vesi- ja viemärijärjestelmälle. Kuvassa 22 on sama tilanne perinteisessä MagiCAD-muodossa.



Kuva 20 Nykyinen viemärijärjestelmä, siniset putket ovat käyttövesille ja keltaiset jätevesille. Keittiön sekä vaatehuoneen LVI-järjestelmän kotelointinnissa kulkee myös painovoimaisen ilmanvaihdon hormit. Kotelointien sijainnit on merkitty kuvaan punaisilla palloilla.[10.]

Kohteen asuinhuoneistoissa on käytössä edelleen alkuperäinen erillishormein varusteltu painovoimainen poistoilmanvaihto. Yhteistiloissa, kuten esimerkiksi varastotiloissa, on ilmanvaihto toteutettu omilla hormoneillaan, jotka on johdettu vesikatolle. Osaan huoneistoista on uusittu raitisilmaventtiileitä, mutta osassa on edelleen alkuperäiset luukut. [9.][10.]



Kuva 21 Perinteinen 2D-piirustus MagiCAD:lla esitettyä samasta alueesta kuin kuvassa 12. Voidaan todeta, että 3D-malli on taloyhtiön asukkaan silmissä pääsääntöisesti selvemmin tulkittavissa. [9.]

8.5 LVI-tekniikan reitittäminen kohteessa

Tässä hankkeessa uusien hormien reitittämisessä päädyttiin käyttämään vanhoja ilmanvaihtohormeja sekä vesi- ja viemärijärjestelmän reittejä. Tällä tavalla toteutettuna ilmanvaihdon muutostyö aiheuttaa mahdollisimman vähän muutoksia asunnossa.

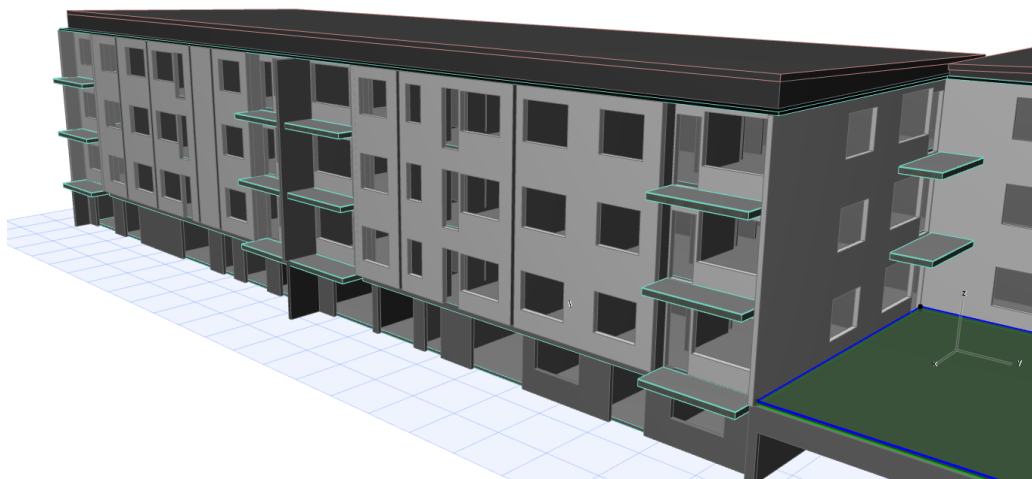
Vaatehuoneen sekä keittiön vanhojen painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän hormien kohdalle joudutaan tekemään täyttövaluja kantavaan välipohjalaattaan, sillä vanha hormi ja sen yhteydessä olevat läpiviennit pienenevät jonkin verran. Kylpyhuoneessa puolestaan joudutaan uuden poistoilmanvaihtojärjestelmän hormia varten tekemään laajennus kantavaan välipohjaan.[9.][10.]

Eteisen sekä kylpyhuoneen kohdalle joudutaan asentamaan alaslaskettu katto, jotta uudet hormit sekä jäte- ja käyttövesijohdot saadaan pois näkyvistä. Nämä toimenpiteet madaltavat noin 200 mm rakennusten huonekorkeutta eteisessä sekä kylpyhuoneessa.[9.][10.]

8.6 Kohteen tietomallin luominen

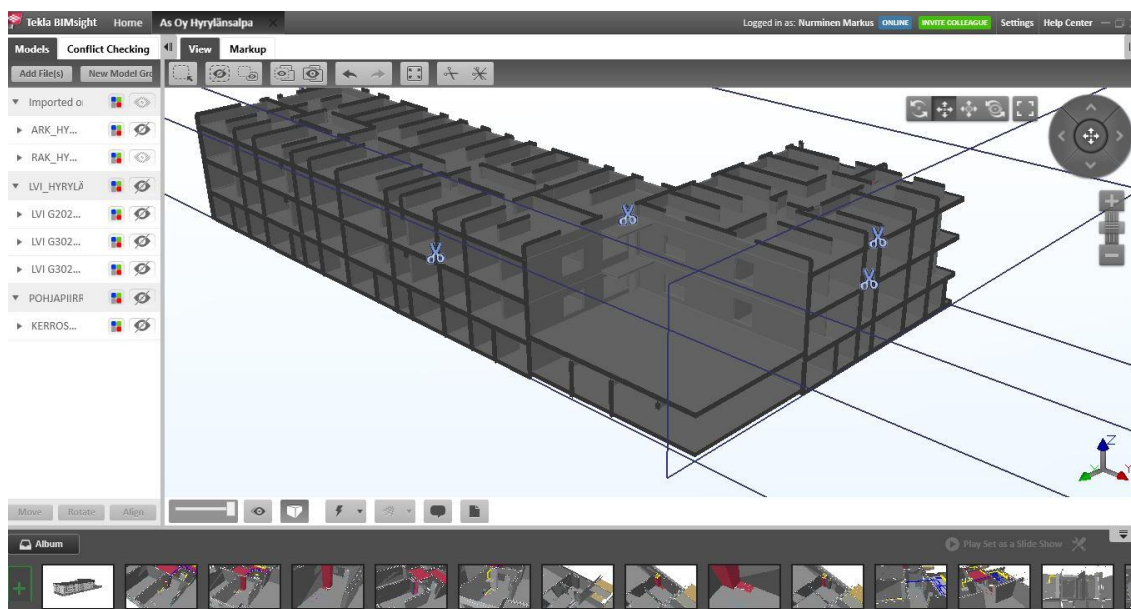
Tietomallin luominen aloitetaan rakennepiirustusten kartoittamisella. Piirustuksia voi käydä tutkimassa kunnan rakennusvalvonnasta.

Piirustus tulee skannata, jotta se saadaan sähköisessä muodossa liitettyä ArchiCAD -ohjelmaan malliksi. Piirustuksen päälle mallinnetaan kohteen rakennus, josta lopputuloksena saadaan niin kutsuttu inventointimalli. Tästä mallista selviää karkeasti rakennuksen muoto sekä mallin origo, jota tarvitaan yhteensovituksessa. Kun malli on valmis, tulee se tallentaa IFC-tiedostomuotoon, jotta muut mallinnusohjelmat pystyvät lukemaan tiedoston. Kuvassa 23 on ArchiCAD-ohjelmalla tehty inventointimalli kohteesta. [9.][10.]



Kuva 22 ArchiCAD -ohjelmalla tehty ja esitetty inventointimalli, jota käytetään pohjana rakennemallin tekemisessä.[9.]

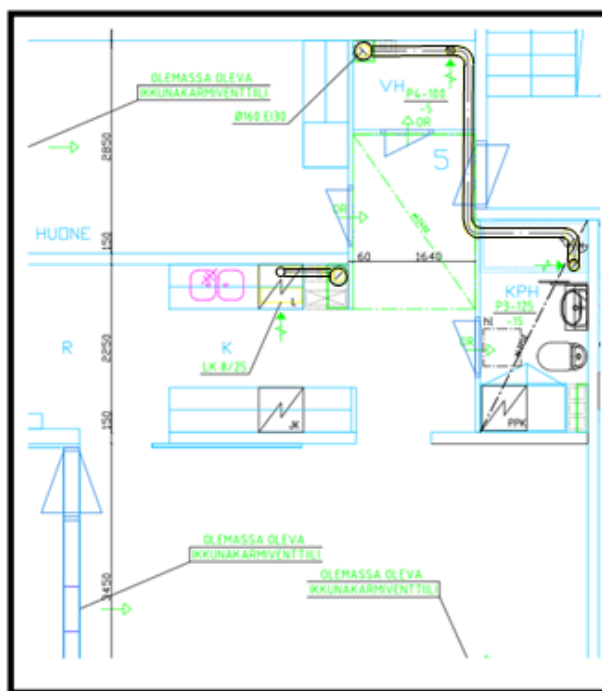
Inventointimalli viedään Tekla Structures -ohjelmaan, jossa rakennukseen mallinnetaan kantavat rakenteet tarkoille sijainneilleen. Esimerkiksi laatoissa on kantava osa sekä pintavalu. Tässä tapauksessa ainoastaan kantavarakenne halutaan mallintaa. Inventointimalli toimii samalla tavalla rakenneteknisen mallinnuksen pohjana kuin piirustus inventointimallin pohjana. Tämän lisäksi inventointimalli helpottaa osamallien yhteensovittamista lopulliseen yhdistelmämalliin. Kuvassa 24 on esitetty Tekla BIMsight -ohjelmalla rakennemalli. [9.][10.]



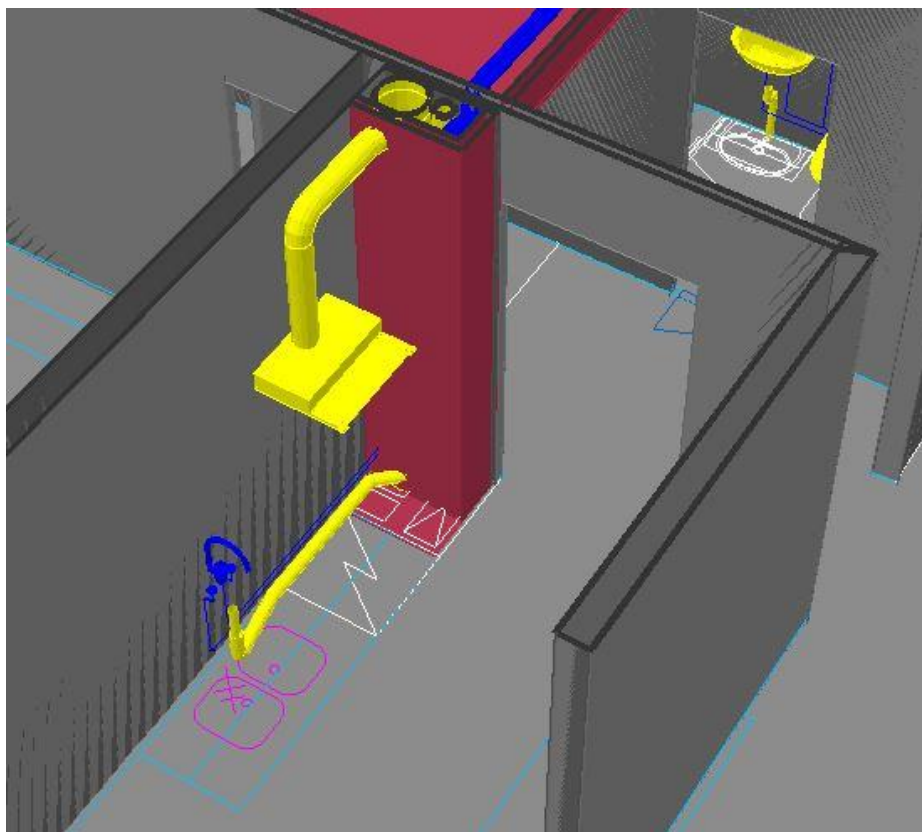
Kuva 23 Kohteen valmis rakennemalli Tekla BIMsight -ohjelmalla esitettynä.[9.]

LVI-suunnittelija tekee MagiCAD -ohjelmalla samoihin lähtötietoihin perustuvat suunnitelmat. Suunnittelija tallentaa työnsä IFC-tiedostomuotoon, jotta mallinnetut suunnitelmat saadaan luettua joko Tekla Structures -ohjelmassa tai Tekla BIMsight -ohjelmassa. [9.][10.]

Kuvissa 25 sekä 26 on esitetty keittiöön tapahtuva muutos sekä perinteisenä 3D-piirustuksena, että 3D-versiona. Kuvassa 17 harmaalla esitetyt rakenteet ovat olevia ja säilytettäviä rakenteita. Punaisiksi maalatut rakenteet ovat uusia rakenteita. Kuten kuvasta 26 voidaan huomata, hormin koko tulee pieneneään aiempaan tilanteeseen nähden. Tämä tarkoittaa sitä, että laattaan joudutaan tekemään täyttö. Asukkaalle tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että hän saa keittiön lieden viereen leveyssuunnassa 260 mm lisää työtilaa. Tähän huoneistoon myös asennetaan uusi liesikupu, koneellisen poiston yhteydessä. Tässä kuvassa näkyy myös osittain eteisen alaslaskettu katto, joka on maalattu myös punaisella. [9.][10.]

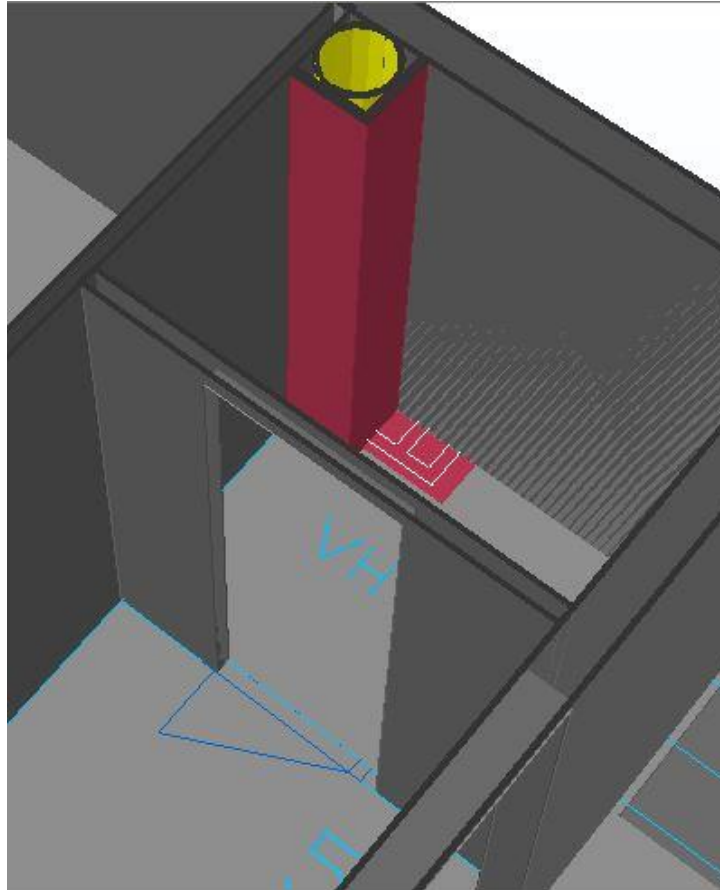


Kuva 24 Koneellisen poiston muutokset AutoCAD-piirustusmuodossa. [9.]



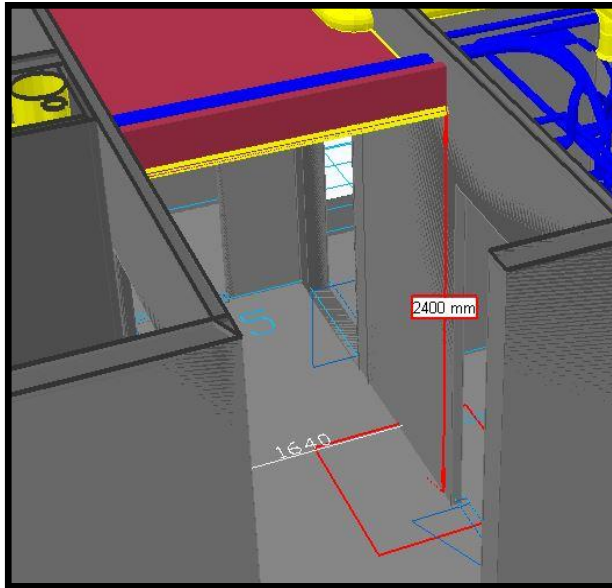
Kuva 25 Muutokset keittiössä Tekla BIMsight -ohjelmalla esitettynä. [9.]

Kuvassa 27 on esitetty vaatehuoneen muutos korjauksen jälkeen. Kuvassa punaisella maalatut objektit ovat muutoksia. Kuten huomataan, koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän hormi kulkee vaatehuoneen nurkassa ja säästää tilaa jonkin verran vanhaan tilanteeseen nähden. Tilaa säästyy vanhan hormin pidemmässä suunnassa 360 mm, toisaalta kapeampaa suuntaa joudutaan leventämään 90 millimetrin verran. Tämä johtuu siitä, että koneellisen poistoilmajärjestelmän vaatima hormi on halkaisijaltaan suurempi kuin mitä vanhat hormit ovat leveitä. Tässäkin tilanteessa joudutaan laattaan tekemään pienehkö täyttötö. [9.][10.]



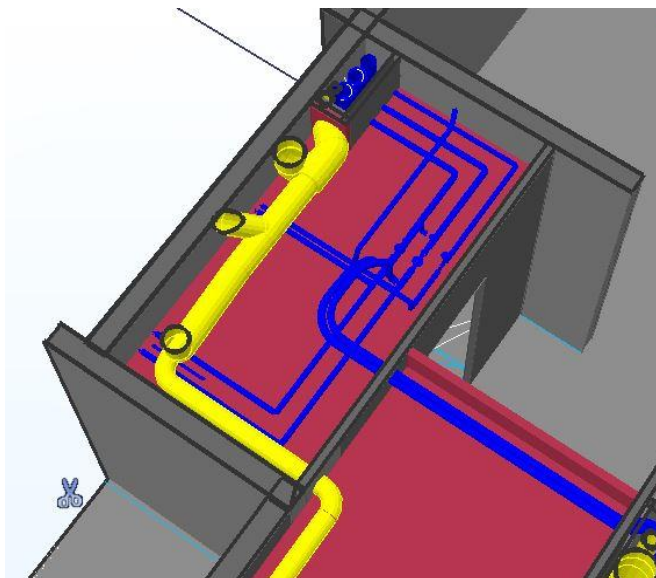
Kuva 26 Vaatehuoneen ilmanvaihtohormin muutos korjauksen jälkeen. [9.]

Eteiseen tehdään alaslaskettu katto, jotta uudet sekä myös vanhat hormit sekä vesi- ja viemärijärjestelmän putket saadaan piiloon. Tämä laskee huoneistokorkeutta 250 mm:llä, kuten kuvasta 28 voidaan nähdä. Korjauksen jälkeinen huonekorkeus on tasan 2 400 mm alaslasketun katon alueella, jonka ulkopuolella huonekorkeus on sama kuin ennen korjaustyötä. Tämän katon yllä viedään jo olemassa olevat vesijohdot kylpyhuoneesta keittiöön ja koneellisen poistonilman poistoputki kylpyhuoneesta vaatehuoneeseen.[9.][10.]



Kuva 27 Eteinen korjauksen jälkeen. Kerroskorkeutta joudutaan madaltamaan 200 mm alaslasketun katon takia. [9.]

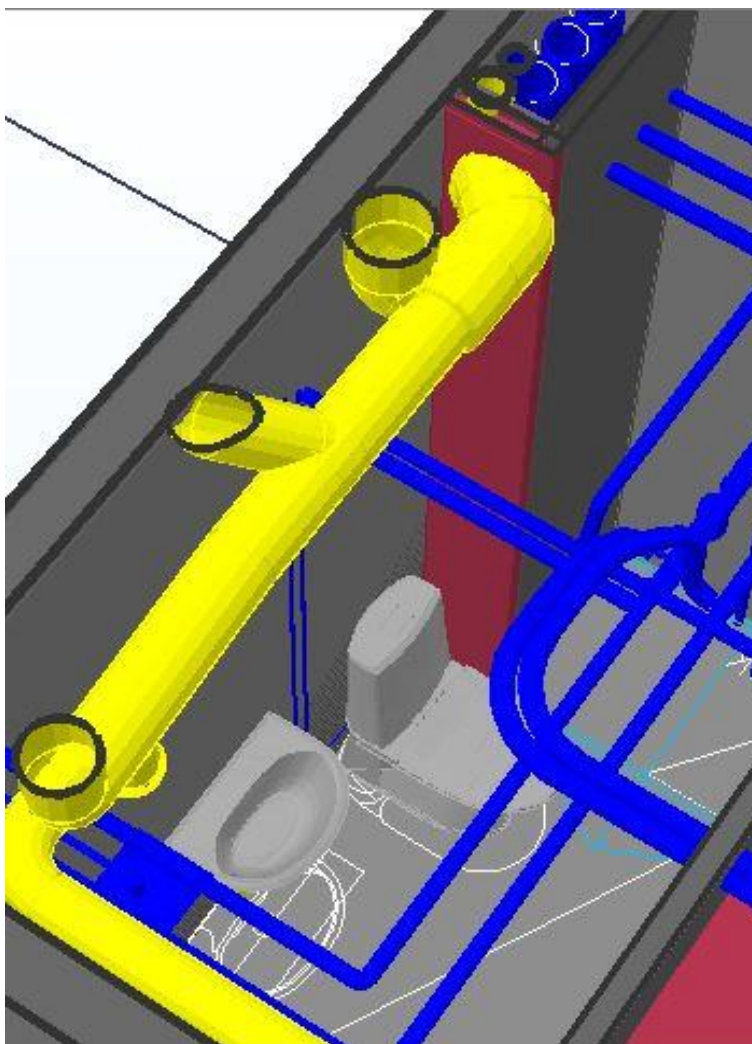
Kylpyhuoneen vapaa huonekorkeus ennen korjausta on 2 530 mm, korjauksen jälkeen kylpyhuoneeseen tehdään samanlainen alaslasketun katon järjestely kuin eteiseenkin. Työn jälkeen kylpyhuoneen vapaahuone korkeus on 2 250 mm. Kuva 29 esittää muutostyötä kylpyhuoneen yläpuolelta kuvattuna. [9.][10.]



Kuva 28 Kylpyhuoneen uusi alaslaskettu katto. [9.]

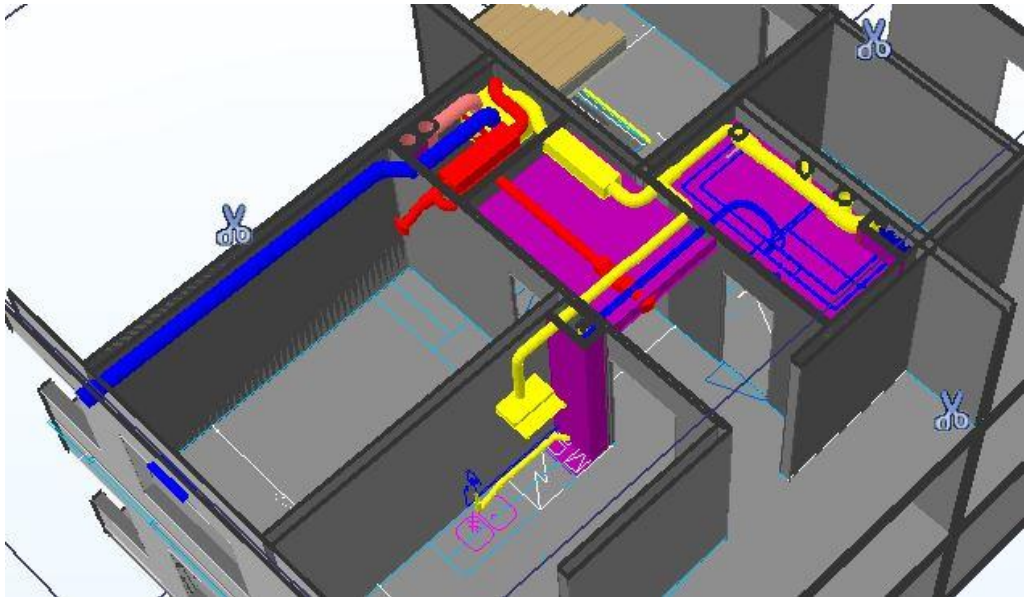
Kylpyhuoneeseen tulee myös wc-istuimen vieressä olevaan nousulinjaan pieni laajennus, joka on leveydeltään 50 mm, sillä uusi poistokanava on jonkin verran suurempi

kuin alkuperäinen hormi. Tämä lisäys on maalattu punaisella värillä malliin ja on esitetty kuvassa 30. [9.][10.]

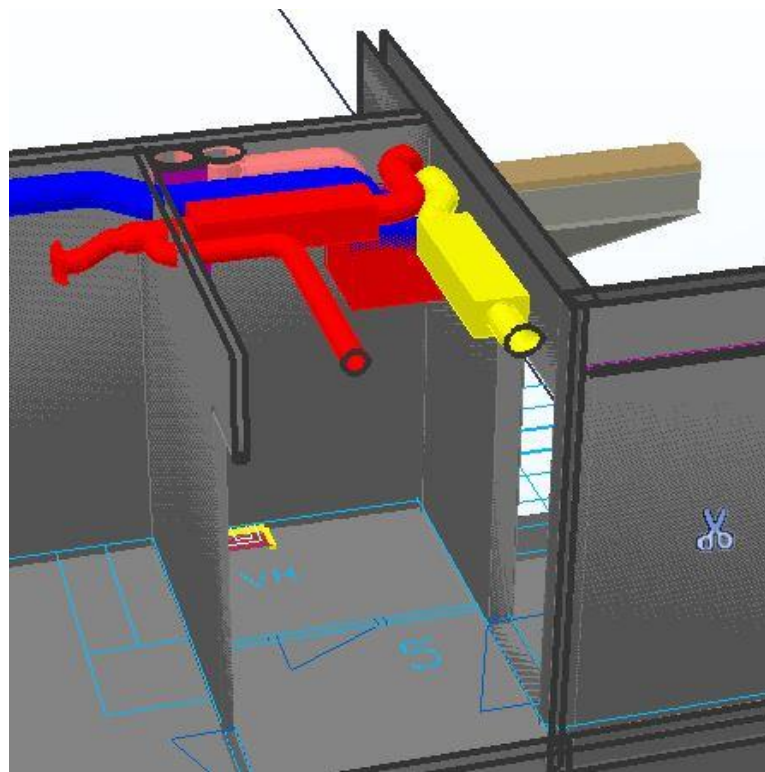


Kuva 29 Uuden pystysuuntaisen poistolinjan tilanmuutoksen vaikutus asukkaalle kylpyhuoneessa.
[9.]

Tässä insinöörityössä tehtiin taloyhtiölle myös ehdotus huoneistokohtaisesta lämmöntaiteenotto-laitteesta, jonka sijoittaminen asuinhuoneistoon esitellään tässä osiossa. Kuvassa 31 on esitetty järjestelmä kokonaisuudessaan ylhäältä päin. Tähän kuvaan on merkitty uudet rakenteet ja hormit lilalla värillä. Järjestelmän pääkomponentti on sijoitettu vaatehuoneeseen. [9.][10.]



Kuva 30 Lämmöntalteenotto-järjestelmä asuinhuoneistossa. [9.]



Kuva 31 Järjestelmän pääkomponentti on vaatehuoneessa kuvassa oleva laatikko. [9.]

Kuvassa 32 on esitetty järjestelmän pääkomponentin sijoittaminen vaatehuoneeseen. Kuten kuvasta voidaan nähdä, on se sijoitettu oikeaan yläkulmaan ja aiheuttaa asukkaalle tilavuushäviötä, mutta huoneen lattiapinta-ala ei pienene. [9.][10.]

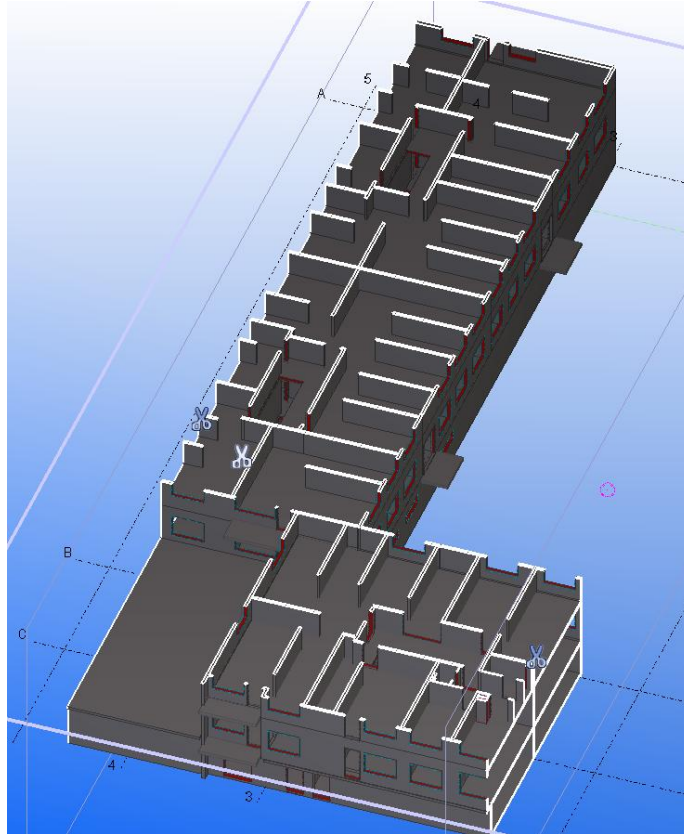
8.7 Kohteen tietomallinnuksen yhteenveto

Yksi tietomallinnuksen hienouksista on se, että kaikki rakennekuvat on mallintamisen jälkeen mahdollista saada yhdestä tiedostosta. Projektin suunnittelua hidasti se, että vanhat arkkitehtipiirustukset, rakenne- ja LVI-piirustukset olivat sekaisin osapuolien kesken. Joissakin kuvissa esimerkiksi mittakaava oli aluksi väärin, toisissa taas kerrosten kantavat seinälinjat olivat väärin, joka aiheutti sen, että tietomallissa kantavat seinälinjat eivät olleet täydellisesti päällekkäin. Osassa saattoi ylemmän kerroksen seinä olla 500 mm sivussa alemman seinän suhteen, joka ei voi pitää paikkaansa tyypillisessä 1950-luvun betoniseinä asuinkerrostalossa.

Tässä vaiheessa projektia ei kuitenkaan ollut tarkoitus mallintaa kaikkea tietomalliin, kuten esimerkiksi rauditusjärjestelyjä tai muuta detaljitietoja. Mikäli tilaaja haluaa investoida oman kiinteistönsä kuvien oikeellisuuteen ja helppoon käsittelyyn, kannattaa tilaajan tehdä toimeksianto kiinteistönsä rakennekuvien täydellisestä sähköistämisestä, eli tietomallintamisesta. Se helpottaisi ja nopeuttaisi jatkon kannalta huomattavasti korjaushankkeen aloittamista, kun kaikki lähtötiedot ovat yhdestä paikasta haettavissa. Tilaajan ei siis tarvitsisi jatkossa maksaa siitä, että suunnittelija käy aika ajoin kunnan rakennusvalvonnassa hakemassa puuttuvia piirustuksia ja selvittää, mitkä piirustukset ovat ajan tasalla.

Projektissa tietomallin tekeminen ei tuo lisäarvoa tämän taloyhtiön projektin toteutuksessa, mikäli rakennukseen tehdään ainoastaan välttämättömimpien korjaustoimenpiteiden suunnittelu ja toteutus. Laajemman korjauksen yhteydessä se toisi lisäarvoa suunnitteluun esimerkiksi projektin organisoimisessa sekä tehostumisessa. Se kuitenkin vaatisi sen, että tietomallinnuksesta vastaa päivittäin mallinnuksen sekä rakenne- ja LVI-suunnittelun parissa työskentelevä osasto.

Tähän asti tehty tietomalli on hyvä aihio jatkon kannalta, mikäli tilaaja aikoo tehdä toimeksiannon kiinteistönsä tietomallinnuksen saneerauksen yhteyteen. Siihen voi edelleen lisätä ja siitä voi myös poistaa tietoa projektin edetessä. [9.][10.]



Kuva 32 Tietomalli Tekla Structures -ohjelmassa. Tästä kuvasta voidaan hyvin nähdä kantava järjestelmä. [9.]

Merkittävin lisäarvo tämän koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän toteutukselle on nähtävissä suunnitelmien yhteensovittamisen suhteen, sillä tässä projektissa mallit eivät olleet täsmällisesti päällekkäin. Tämän voitiin havaita välittömästi kuvan liittäminen yhteydessä ja pienien korjausten jälkeen suunnitelman täsmäsivät myös keskenään. Yhtiökokouksessa tämä malli helpotti asukkaita ymmärtämään, mitä heidän asuntoonsa käytännössä ollaan tekemässä. [9.][10.]

9 Yhteenveto ja pohdinta

Tietomallintamista käytetään monilla eri teknisillä aloilla. BIM -malli sisältää kolmiulotteisen ulkomuodon lisäksi myös jokaisen objektin tiedot. Esimerkiksi palkin BIM -malliin voidaan lisätä tietoja poikkileikkausmitoista, raudoituksesta, kiinnityksestä, käytetystä materiaalista, sijainnista ja myös se, mitä objektille ollaan mahdollisesti tekemässä. Malli voidaan myös tehdä neliulotteiseksi (4D-malli), jossa rakennustyöt aikataulutetaan ja siten rakennusvaiheet voidaan simuloida. Tämä voisi olla seuraava tutkittava tai kehitettävä asia yrityksessä esimerkiksi toteutussuunnittelun yhteydessä. Tutkimuksessa voisi selvittää, onko tietomallintamisesta toteutussuunnitelman ja urakoitsijan yhteistoiminnan kannalta paljon hyötyä asuinkerrostalon LVI-korjauksessa.

Toisin kuin oletettiin, rakennuksen runkojärjestelmällä ei tämän esimerkkikohteen tietomallintamisen kannalta ollut juurikaan merkitystä. Ainoa asia, johon runkojärjestelmäkartoituksesta tässä kohteessa oli apua siinä, että tavanomaisen betoniseinärungon tunnistaminen vanhoista piirustuksista auttoi paikallistamaan kantavat rakenteet sekä tietomallin tarkistamisessa.

Tietomallinnetuissa kohteissa muun muassa rakennepiirustusten piirtämiseen tai rakennepiirustusten kartoittamiseen ei tarvitse käyttää yhtä paljon aikaa kuin nykyään. Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi perinteisiä 2D-piirustuksia on lukuisia. Jos yhteen piirustukseen tehdään muutos, täytyy jokainen piirustus tarkastaa ristiriitojen varalta. Tietomallintamisessa yhden objektin muuttaminen muuttaa myös kaikkia tietomallista saatavia piirustuksia automaattisesti, jolloin ristiriitoja ei jää. Taloyhtiöiden vanhojen rakennekuvien etsiminen esimerkiksi hankesuunnittelun aikana voi ajoittain olla ongelmallista ja toisinaan vanhojen rakennusten piirustuksista ei saa kunnolla selvää. Tällöin voidaan joutua suorittamaan mittauksia kohteessa, jolloin suunnittelukustannukset kasvavat.

Vanhojen luettavissa olevien rakennepiirustusten sekä laserkeilauksen pohjalta tehty tietomalli on erittäin tarkka. Toisaalta laserkeilaaminen on perinteisen asuinkerrostalon taloyhtiöiden budjetille kohtalaisen kallis toimenpide, joten laserkeilaaminen ei ainaakaan toistaiseksi aiheuta suurta tilauskantaa yritykselle. Dokumenttipohjaiselle tietomallintamiselle tämän tutkimuksen perusteella voisi hyvinkin olla kysyntää.

Tietomallintaminen esimerkkikohteessa auttoi paljon suunnitelmien yhteensovittamisessa. Ongelmitta tästä projektista ei kuitenkaan selvitty, sillä mallinnuksen aikana käytettiin virheellisesti muutamaa eri arkkitehdin pohjakuvaa, joista kaksi ei ollut ajan tasalla. Tämä ilmeni muun muassa siten, että LVI-mallit eivät sopineet rakennetekniseen tietomalliin, jonka seurauksena koko rakennuksen rakennemalli jouduttiin tekemään useampaan kertaan uudestaan.

Välttämättömien korjaustoimenpiteiden yhteydessä tietomalli ei itse suunnittelun kannalta tuo lisäarvoa, vaan se hidastaa toimintaa. Mikäli suunnittelija ja mallintaja on yksi ja sama ihminen, se toisi kustannussäästöjä, sillä työn suorittaisi kahden työntekijän sijasta yksi. Toisaalta tilauskannan täytyy olla kohtalaisen hyvä, sillä esimerkiksi yhden Tekla Structures -ohjelman vuotuinen käyttölisenssi on noin yhden keskituloisen työntekijän verran. Yksinkertaisten havainnollistavien huonekohtaisten mallien tekeminen hankesuunnitelmien yhteyteen hyödyttää yritystä saamaan lisää tilauksia, sillä se havainnollistaa asiakkaalle ehdotusvaiheen suunnitelmia. Etuna on myös se, että mallin luomiseen ei kulu aikaa lähellekään yhtä kauaa kuin täydellisen tietomallin tekemiseen, mutta se ei suunnittelutyötä varsinaisesti nopeuta.

Tietomallintaminen tuo lisäarvoa tilaajalle muun muassa piirustusten päivittämisen osalta. Tietomalli nopeuttaa ja helpottaa asukasta ymmärtämään, miten korjaukset vaikuttavat hänen elämäänsä käytännössä. Tämä voitiin huomata yhtiökokouksessa, jossa tietomallin avulla esiteltiin korjaustoimenpiteiden vaikutuksia asukkaalle. Tilaajalle voidaan havainnollistaa työntulosta mahdollisesti myös ilman 2D-piirustuksia.

Perinteiset 2D-piirustukset kuuluvat tulevaisuudessakin suunnittelu- ja työmaatyöhön, sillä työmaalla tietomallintamisesta ei ole nykyisen kaltaisena juuri hyötyä esimerkiksi itse työnsuorittajalle. Työmaalla esimerkiksi taulutietokoneiden käyttö työntekijän apuvälineenä on kustannuksiltaan melko kallista verrattuna siihen, että työmies kantaa piirustusta, kynää sekä viivoitinta mukanaan. Työmaa hyötyy malleista kuitenkin muun muassa aikataulusuunnitelmia sekä määrälaskentaa tehdessä.

Joka tapauksessa viime vuosien kiihtyvän kehityksen seurauksena on syytä varautua tietomallintamisen suosion kasvuun myös taloyhtiöiden korjauskohteissa, sillä tietomallintamishjelmistoja ja työprosesseja kehitetään jatkuvasti. Tämän takia yrityksen kannattaa aloittaa pohtimaan, miten oma tietomallinnusorganisaatio olisi mahdollisimman toimiva, asiantunteva sekä tehokas tulevaisuudessa.

Toistaiseksi tietomallintamisen haasteet nousevat saavutettavien hyötyjen edelle asuinkerrostalojen ilmanvaihtokohteiden suunnittelussa ja toteutuksessa, joista merkittävimpanä haasteena ovat kustannukset sekä yritykselle, että taloyhtiölle.

Lähteet

- 1 Rakennusperintö.fi.
http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Kerrostalojen_perusrakenteet_talotekniikka/. Luettu 20.1.2015.
- 2 Neuvonen, Petri (toim.). Rakennustieto Oy. Kerrostalot 1880 – 2000. Tampere: Tammer-paino Oy 2006, s. 6-7, s. 16, s. 40–48, s. 54-55, s. 72-83, s. 88-91, s. 118-141, s. 148-152, s. 192-209, s. 214-217, s. 234-245.
- 3 Mäkiö, Erkki. Neuvonen, Petri. Malinen, Maarit. Kerrostalot 1960 – 1975. Tampere. Tammer-Paino Oy 1994. s. 14, s. 46 – 48, s. 57 – 94,
- 4 Neuvonen, Petri. Kerrostalon julkisivukorjaus.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38032/SY37_2009_Kerrostalon_julkisivukorjaus.pdf?sequence=1. Luettu 22.1.2015
- 5 Tietomallinnus. 2014. Verkkodokumentti. Rakennusliitto. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus/bim-2010.html>. Luettu 4.2.2015
- 6 Media Planet internet-julkaisu
http://info.modelspace.fi/images/Korjausrakentaminen_Kauppalehti_2015.pdf.
Luettu 2.2.2015
- 7 Rakennustieto. https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus_ja_kehittamistoimita/6JKJJeMCJ/BIM_avoimet_vastaukset.pdf. Luettu 7.3.2015.
- 8 Profil-Bau Consulting kotisivut. <http://profilbau.fi/yritys>. Luettu 31.12.2015.
- 9 Profil-Bau Consulting tietokanta. Luettu 31.12.2015
- 10 Sweco Asiantuntijapalvelut Oy tietokanta.
- 11 Swecon kotisivut. <http://www.sweco.fi/fi/Finland/Sweco-Suomessa>. Luettu 20.1.2015.
- 12 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf. Luettu 3.2.2015.
- 13 RIL. http://www.ril.fi/media/files/tapahtumat/tietomallit_alhava.pdf Luettu 22.1.2015

- 14 RIL. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>. Luettu 2.2.2015
- 15 Skanskan kotisivut. <http://www.skanska.fi/fi/Tietoa-Skanskasta/Kehitystoiminta/Tietomallintaminen/Tietomallintamisen-hyodyt-asiakkaille/>. Luettu 2.2.2015.
- 16 Freese, Simo. Penttilä, Hannu. Rajala, Marko. Arvorakennusten korjaushankkeet ja tuotemallintaminen. 2007.
http://arkit.tkk.fi/senaatti/images/Arvorakennusten_korjaushankkeet_ja_tuotemallintaminen.pdf. Luettu 2.2.2015
- 17 Tietomalli rakennushankkeessa Kustannus- ja energialaskenta.
https://noppa oulu.fi/noppa/kurssi/460165a/luennot/460165A_hankkeen_toteutusvaiheen_suunnittelu_ja_ohjaus.1.2015.pdf. Luettu 2.2.2015.
- 18 Tietomallintamisen käytöt rakentamisessa.
http://www.helsinki.fi/cradle/bim/maki-et-al-2012-Tietomallintamisen_kaytot_rakentamisessa.pdf. Luettu 2.2.2015
- 19 Katsaus tietomallien tulevaisuuteen.
<http://www.liikenteensuunta.fi/fi/artikkelit/other/katsaus-tietomallien/>. Luettu 3.2.2015..
- 20 Teklan kotisivut. <http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/lyhyesti>. Luettu 2.2.2015.
- 21 Christoph Merschbrock. Affordances of Building Information Modeling in Construction: A Sequential Analysis. Kristiansand, Norway. 2007.
http://www.conference.net.au/cibwbc13/papers/cibwbc2013_submission_4.pdf. Luettu 2.2.2015.
- 22 Eastman, Chuck. Teicholz, Paul. Sacks, Rafael. Liston, Kathleen. BIM Handbook. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2008. s. 17 – 21.
- 23 Kuva. Kotinkankaan Kampuksen päärakennus. <http://www.tekla.com/fi/bim-awards-2011/bimmodel6-fi.html>. Luettu 3.2.2015.
- 24 Metropolia Ammattikorkeakoulu tietokanta.

Taulukko 2 Suomessa vuosina 1960 - 1975 rakennetut asuinkerrostaloalueet vuosien. [2, s. 144]

Espoo	Lähderranta Hakalehto Karakallio / Viherkallio Iivisniemi Olari / Kuitinmäki Matinkylä Soukka Kivenlahti Suvela Perkkaa	(1963–1965) (1963–1964) (1965–1972) (1968–1970) (1969–1984) (1969–) (1967–1973) (1971–) (1970-luvun alkupuoli) (1972–1977)
Helsinki	Puotila Pihlajamäki Puotinharju Yliskylä Myllypuro Kontula Keski-Vuosaari Jakomäki Siltamäki Mellunmäki Pihlajisto Suurmetsä Merihaka Itä-Pasila	(1960–) (1961–1964) (1962–) (1962–1975) (1964–) (1965–1975) (1963–1970-luvun alku) (1967–1969) (1968–1974) (1968–) (1970-luku) (1970-luvun alkupuoli) (1973–1985) (1974–1978)
Hämeenlinna	Nummi Jukola Katuma	
Jyväskylä	Viitanieniemi Kangaslampi	(1960-luvun alkupuoli) (1972–1978)
Järvenpää	Jamppa	(1970-luvun alku)
Kouvola	Eskolanmäki	(1973–1975)
Kuopio	Puijonlaakso Saarijärvi Särkiniemi	(1965–1974) (1970-luku) (1960-luvun loppu, 1970-luvun alku)
Mikkeli	Tuppurala Laajalampi	
Oulu	Kaukovainio Raksila Rajakylä	(1960-luku) (1960-luvun jälkipuoli–) (1970-luku)
Pori	Koivula Pormestarintuoto Sampola	(1960-luvun alku) (1970-luvun alkupuoli) (1970-luku)
Porvoo	Gammelbacka	(1965–1966, 1970–1976)
Rovaniemi	Korkalovaara	(1967–1975)
Tampere	Rahola Tesoma Kaukajärvi Peltolampi Lentävänniemi Hervanta	(1960-luvun alku) (1964–1969) (1965–) (1966–1975) (1970-luvun alkupuoli) (1973–)
Turku	Uittamo Ilpoinen Lauste Runosmäki (vanha osa) Laukkavuori Nättinummi	(1960-luvun puoliväli–) (1968–1974) (1970-luvun alku) (1970-luku) (1970-luvun alku) (1970-luvun alku)
Vaasa	Ristinummi Suvilahti	(1970-luvun alkupuoli)
Vantaa	Kaivoksela Louhela Simonmetsä Mikkola Hakunila Martinlaakso Myyrmäki Länsimäki Pähkinärinne	(1961–1965) (1966–1968) (1965–1968) (1967–1974) (1968–1980) (1968–1975) (1968–1975) (1969–) (1972–1979)

